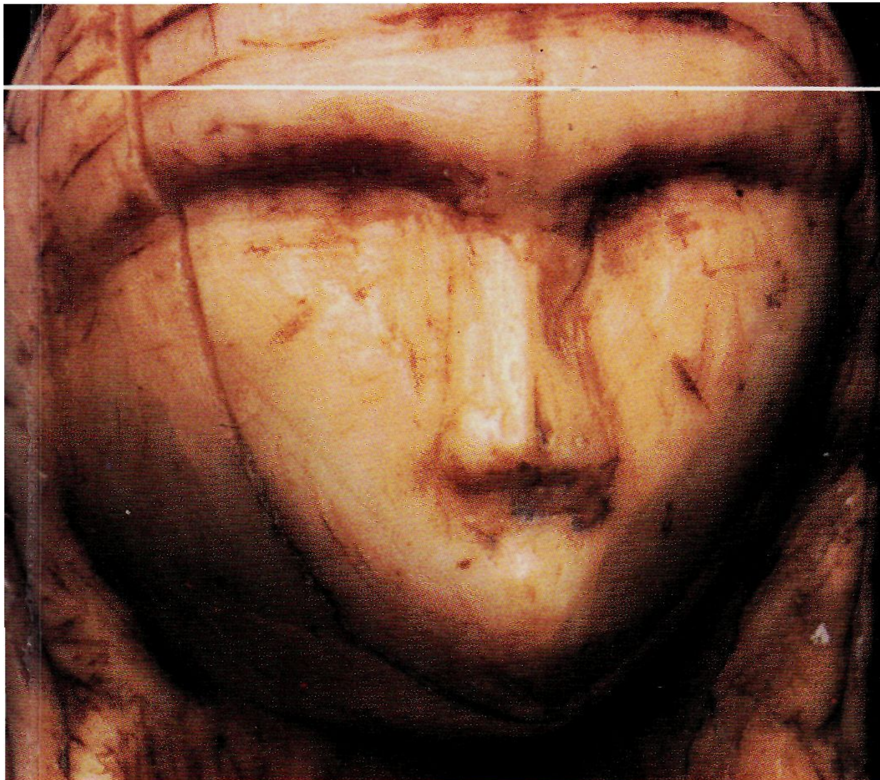


XV PREMIO PRISMAS a la mejor obra de divulgación científica

TEMAS DE DEBATE

Bryan Sykes

Las siete hijas de Eva

Tara, Helena, Katrine, Xenia, Jasmine, Velda, Úrsula.
El asombroso descubrimiento que
nos permite trazar nuestro
propio origen genético

DEBATE

Bryan Sykes

Las siete hijas de Eva

Traducción de
Juan Manuel Ibeas

DEBATE

Primera edición: noviembre 2001
Segunda edición: octubre, 2002
(Primera con esta portada)
Título original: *The Seven Daughters of Eve*

Travessera de Gracia, 47-49. 08021 Barcelona

I.S.B.N.: 84-8306-476-6
Depósito legal: B. 42.649 - 2002
Compuesto en Lozano Faisano, S. L.
Impreso cu A & M Gráfic, S. L., Santa Perpetua de la Mogoda (Barcelona)
Impreso en España *(Printed in Spain)*

C 8 4 4 7 6 A

A mi madre

Sumario

Agradecimientos

Este libro debe muchas cosas a mucha gente. No se les ocurra pensar que todo lo que aquí se dice que ha salido de mi laboratorio es trabajo exclusivamente mío. La ciencia moderna se basa en el trabajo en equipo, y yo he tenido la suerte de haber contado, a lo largo de los años, con algunas personas de mucho talento en mi equipo de investigación. Cada uno a su manera, todos ellos han contribuido a elaborar esta historia. En particular, quiero dar las gracias a Martin Richards, Vincent Macaulay, Kate Bendall, Kate Smalley, Jill Bailey, Isabelle Coulson, Eileen Hickey, Emilce Vega, Catherine Irven, Linda Ferguson, Andrew Lieboff, Jacob Low-Beer y Chris Tomkins. De la gente de Oxford, también tengo que dar las gracias a Robert Hedges, de la Unidad Aceleradora de Carbono Radiactivo, por darme el impulso para empezar todo esto, y a William James, que en su época fue miembro de casi todos los colegios de Oxford, por sus inspiradas sugerencias durante el proceso. Y de Londres, a Chris Stringer, del Museo de Historia Natural, por permitirme hacer agujeros en los fósiles que tenía a su cuidado. Le estoy muy agradecido a Clive Gamble por sus lecciones particulares sobre el mundo antiguo. También debo expresar mi especial agradecimiento al profesor sir David Weatherall, que no sólo toleró sino que llegó a fomentar la realización de investigaciones tan exóticas y aparentemente inútiles en su Instituto de Medicina Molecular de Oxford.

También podría dar la impresión de que mi equipo de investigación es el único equipo del mundo dedicado a este tipo de trabajo.

Desde luego que no lo es, y nada de esto habría sido posible sin los trabajos pioneros de, entre otros muchos, Luca Cavalli-Sforza, Alberto Piazza, Walter Bodmer, el difunto Alian Wilson, Svante Paabo, Mark Stoneking, Rebecca Cann, Douglas Wallace, Antonio Torroni, Mark Jobling y Peter Underhill. Como verán más adelante, no todos estamos necesariamente de acuerdo en todo; pero sin ellos, y sin muchos otros como ellos, este viaje habría sido mucho más difícil y mucho más aburrido.

Cuatro personas en particular han contribuido a llevar esta historia a la imprenta. La tranquila profesionalidad de mi editora, Sally Gaminara, y el contagioso entusiasmo de mi agente, Luigi Bonomi, me mantuvieron én marcha. Añádase a esto la minuciosidad de Gillian Bromley, mi editora de texto, y la paciencia de Julie Sheppard, que mecanografió mis garabatos, y pocos autores habrán contado con tanta ayuda.

Estoy en deuda con los miles de voluntarios que me proporcionaron muestras de su ADN y así me permitieron sondear los secretos de su pasado genético. Sin ellos, no habría historia que contar. Algunos nombres se han cambiado para proteger el anonimato. En particular, quiero dar las gracias al gobierno y al pueblo de Rarotonga (islas Cook), que fueron extraordinariamente cooperativos, y a Malcolm Laxton-Blinkhorn, por su asombrosa hospitalidad durante mis estancias en esta deliciosa isla. Y por último, gracias a Janis, Jay, Sue y mi hijo Richard, aunque por entonces este último sólo era un embrión, por acompañarme en el viaje.

B. S.

LAS SIETE HIJAS DE EVA


LOCALIZACIÓN
GEOGRÁFICA
DE LAS SIETE
HIJAS DE EVA
URALES
Ural
Volga
Don
XENIA
Dniéper
Tigris
JASMINE
CARPATOS
ÚRSULA
Elba
Rin
KATRINE
ALPES
APENINOS
TARA
Sena
HELENA
PIRINEOS
Ebro
VELDA
Tajo

Prólogo

¿De dónde procedo yo?

¿Cuántas veces se ha hecho usted esa pregunta? Podemos saber quiénes fueron nuestros padres, e incluso nuestros abuelos; un poco más allá, la pista de casi todos nosotros empieza a perderse en la niebla. Pero cada uno de nosotros lleva un mensaje de sus antepasados en todas las células de su cuerpo. Está en nuestro ADN, el material genético que se transmite de una generación a otra. En el ADN no sólo están escritas nuestras historias individuales, sino la historia de toda la especie humana. Con la ayuda de los recientes avances de la tecnología genética, dicha historia se está empezando a revelar. Al fin somos capaces de empezar a descifrar los mensajes del pasado. Nuestro ADN no se deshace como un antiguo pergamino; no se oxida en la tierra como la espada de un guerrero muerto hace mucho tiempo; no lo erosionan el viento y la lluvia; no queda reducido a ruinas por incendios y terremotos. Es un viajero procedente de un país antiguo que vive dentro de todos nosotros.

Este libro trata de la historia del mundo revelada por la genética. Demuestra que la historia de nuestra especie, *Homo sapiens,* está registrada en los genes que permiten seguir nuestro linaje hasta el pasado remoto, mucho más allá del alcance de los registros escritos o las inscripciones en piedra. Estos genes cuentan una historia que comienza hace más de cien mil años, y cuyos últimos capítulos están ocultos dentro de las células de cada uno de nosotros.

Es también mi propia historia. Como científico en ejercicio, he te-

nido la gran suerte de estar presente en el momento oportuno y poder tomar parte activa en este maravilloso viaje al pasado, que ahora es posible gracias a la genética moderna. He encontrado ADN en esqueletos de hace miles de años y he visto exactamente los mismos genes en mis amigos. Y he descubierto con asombro que todos estamos emparentados por vía materna con un pequeño grupo de mujeres que vivieron hace decenas de miles de años.

En las páginas que siguen, me propongo guiarles a través de las emociones y las frustraciones de la investigación de vanguardia que es la base de estos descubrimientos. Aquí van a ver lo que realmente ocurre en un laboratorio de genética. Como cualquier otro sendero de la vida, la ciencia tiene sus altibajos, sus héroes y sus villanos.

1

La pariente del Hombre de los Hielos encontrada en Dorset

El jueves 19 de septiembre de 1991, Erika y Helmut Simon, dos experimentados alpinistas de Nuremberg (Alemania), se acercaban al final de sus vacaciones, que habían pasado haciendo senderismo en los Alpes italianos. La noche anterior habían hecho una parada no programada en un refugio de montaña, con la intención de bajar a la mañana siguiente hasta su coche. Pero era una mañana tan soleada que decidieron dedicarla a ascender al Finailspitze, de 3.516 metros. Cuando bajaban de regreso al refugio para recoger sus mochilas, se desviaron de la ruta marcada y se introdujeron en una hondonada parcialmente llena de hielo a medio fundir. Y del hielo sobresalía el cuerpo desnudo de un hombre.

Estos hallazgos macabros no son nada extraordinario en las alturas de los Alpes, y los Simon supusieron que se trataba del cadáver de un montañero que había caído en una grieta diez o veinte años atrás. Al día siguiente acudieron al lugar otros dos alpinistas, que se extrañaron de lo antiguo que era el diseño del pico que había junto al cadáver. A juzgar por el equipo, aquel accidente alpino había ocurrido hacía muchísimos años. Se avisó a la policía y, tras consultar los registros de montañeros desaparecidos, lo primero que se pensó fue que el cadáver podría ser el de Cario Capsoni, profesor de música de Verona, que había desaparecido en esa zona en 1941. Pero a los pocos días, todo el mundo empezó a darse cuenta de que aquella muerte no era nada moderna. El instrumento encontrado junto al cadáver no se parecía en nada a un moderno piolet; era mucho más semejante a

un hacha prehistórica. Y también se encontró en las proximidades un recipiente hecho de corteza de abedul. Poco a poco, fue cuajando la idea de que el cadáver no tenía decenas de años, ni siquiera siglos, sino miles de años de antigüedad. Se trataba de un hallazgo arqueológico de importancia internacional.

Los marchitos y desecados restos del Hombre de los Hielos, que es como se le empezó a llamar muy pronto, fueron trasladados al Instituto de Medicina Forense de Innsbruck (Austria), donde se guardaron congelados mientras se reunía un equipo internacional de científicos para llevar a cabo un minucioso examen de este hallazgo único en su género. Dado que mi equipo de investigación de Oxford había sido el primero en recuperar vestigios de ADN de antiguos huesos humanos, se me llamó para ver si podíamos encontrar algo de ADN en el Hombre de los Hielos. Fue precisamente la irresistible posibilidad de participar en descubrimientos tan apasionantes como este lo que me llevó a apartarme de mi carrera de genetista médico para introducirme en este nuevo campo de la ciencia, que algunos de mis colegas consideraban una diversión extravagante y excéntrica sin ninguna utilidad ni trascendencia.

Para entonces, la datación por carbono —la medición de la desintegración de los átomos de carbono naturalmente radiactivos que formaban parte de los restos— había confirmado la gran antigüedad del Hombre de los Hielos, situándola entre 5.000 y 5.350 años. Aunque eran mucho más antiguos que cualquiera de los restos humanos con los que yo había trabajado hasta entonces, me sentía muy optimista y pensaba que había bastantes posibilidades de éxito, porque el cuerpo había estado congelado en el hielo, a salvo de las fuerzas destructoras del agua y el oxígeno, que lenta pero implacablemente destruyen el ADN. El material con el que teníamos que trabajar estaba metido en un tarrito con tapa de rosca, de los que se usan para las muestras de patología. Tenía un aspecto terriblemente poco interesante: una especie de masa grisácea. Cuando Martin Richards, que era entonces mi ayudante de investigación, y yo abrimos el tarro y empezamos a extraer el contenido con un par de pinzas, nos pareció que era una mezcla de piel y fragmentos de hueso. Aun así, y aunque

no era muy agradable de mirar, no había señales evidentes de que hubiera empezado a descomponerse, y nos pusimos a la labor con entusiasmo y optimismo. Y efectivamente, al regresar a nuestro laboratorio de Oxford y someter los pequeños fragmentos de hueso al proceso de extracción que había dado buenos resultados con otras muestras antiguas, encontramos ADN, y en abundancia.

A su debido tiempo, publicamos nuestros hallazgos en *Science*, la principal revista científica de los EE.UU. Para ser absolutamente sinceros, lo más destacable de nuestros resultados no fue el haber extraído ADN del cadáver —algo que, para entonces, era ya un proceso rutinario—, sino que habíamos encontrado en el Hombre de los Hielos exactamente la misma secuencia de ADN que un equipo independiente de Munich. Los dos equipos habíamos demostrado que el ADN era claramente europeo, ya que habíamos encontrado la misma secuencia exacta en muestras de ADN de europeos vivos. Se podría pensar que esto no resulta tan sorprendente, pero existía una posibilidad real de que todo el episodio hubiera sido un gigantesco fraude, y que el cadáver fuera una momia sudamericana transportada en helicóptero y plantada en el hielo. El aire frío y sumamente seco del desierto de Atacama (sur del Perú y norte de Chile) ha conservado cientos de cuerpos completos, enterrados en tumbas poco profundas, y a un embaucador decidido no le habría resultado muy difícil hacerse con uno de ellos. Las condiciones de Europa, mucho más húmedas, reducen un cadáver a esqueleto con mucha rapidez, de modo que si esto era un fraude, el cadáver tendría que haber venido de alguna otra parte, y la más probable era América del Sur. Esto puede parecer traído por los pelos, pero ya se han dado casos de fraudes muy bien montados. Acuérdense del Hombre de Piltdown. Este infame fósil fue «descubierto» en una gravera de Sussex (Inglaterra) en 1912. Tenía una mandíbula inferior simiesca, unida a un cráneo mucho más humanoide, y fue aclamado como el tan buscado «eslabón perdido» entre los humanos y los simios antropoides (gorilas, chimpancés y orangutanes). Hasta 1953 no se descubrió que se trataba de un fraude, cuando el análisis del carbono radiactivo, la misma técnica que se utilizó tiempo después para determinar la edad del

Hombre de los Hielos, demostró sin lugar a dudas que el cráneo de Piltdown era moderno. El embaucador, que nunca ha sido identificado, había juntado la mandíbula inferior de un orangután con un cráneo humano, y los había teñido por procedimientos químicos para que parecieran mucho más antiguos de lo que eran. La larga sombra del fraude de Piltdown todavía no se ha borrado por completo, y por eso la idea de que el Hombre de los Hielos pudiera ser un engaño estaba presente en la mente de todos.

Tras la publicación de nuestro informe científico sobre el Hombre de los Hielos aparecieron muchos reportajes en la prensa, y tuve que explicar cómo habíamos demostrado sus credenciales europeas. De haber sido un fraude, el ADN lo habría puesto al descubierto. Su secuencia habría coincidido más con los sudamericanos que con los europeos. Pero fue Lois Rogers, del *Sunday Times,* quien planteó la pregunta crucial:

—Dice usted que han encontrado exactamente el mismo ADN en europeos modernos. ¿Puede decirme en quiénes? —preguntó en un tono que me indicó que esperaba que yo supiera la respuesta de inmediato.

—¿Cómo que en quiénes? En nuestra colección de muestras de ADN de toda Europa.

—Sí, pero ¿quiénes son? —insistió Lois.

—No tengo ni idea. Las identidades de los donantes las archivamos en un archivo separado. Y además, las muestras se donan siempre bajo un compromiso estricto de confidencialidad.

Cuando Lois colgó el teléfono, encendí mi ordenador para comprobar qué muestras coincidían con el ADN del Hombre de los Hielos. Una de ellas era la LAB 2803. El prefijo de la serie, «LAB», significaba que correspondía a alguien que trabajaba en el laboratorio, o a algún visitante o amigo. Cuando miré el número en la base de datos que contenía los nombres de los voluntarios, me pareció **increíble** la suerte que había tenido. LAB 2803 era Marie Moseley, y **LAB** 2803 tenía exactamente el mismo ADN que el Hombre de los **Hielos.** Esto sólo podía significar una cosa: Marie era pariente del mismísimo Hombre de los Hielos. Por razones que explicaré con detalle en capítulos posteriores, tenía que existir una línea genética

ininterrumpida entre Marie y la madre del Hombre de los Hielos, que se extendía a lo largo de más de cinco mil años y había quedado fielmente registrada en el ADN.

Marie es una amiga irlandesa, técnica administrativa de las afueras de Bournemouth (Dorset, sur de Inglaterra). Aunque no es científica, tiene una insaciable curiosidad por la genética y dos años antes había donado a la causa de la ciencia un par de mechones de su largo cabello rojo. Es locuaz, extrovertida y muy ingeniosa, y yo estaba seguro de que podría hacer frente a la publicidad. Cuando la llamé para preguntarle si le importaba que diera su nombre al *Sunday Times,* accedió al instante, y la siguiente edición publicó un reportaje sobre ella con el título «Pariente del Hombre de los Hielos encontrada en Dorset».

Durante unas cuantas semanas, Marie se convirtió en una celebridad internacional. De todos los titulares que se publicaron, el que más me gustó fue el del *Irish Times.* El periodista le preguntó a Marie si su célebre antepasado le había dejado alguna herencia. Sorprendida, Marie respondió que no. Y el reportaje apareció con este título: «El Hombre de los Hielos deja en la indigencia a uno de los nuestros en Bournemouth.»

Una de las cosas más extrañas de esta historia, que al principio puede parecer sorprendente y por esta razón la cuento aquí, es que Marie empezó a sentir algo por el Hombre de los Hielos. Había visto fotografías de los traslados desde el glaciar al congelador y del congelador a la sala post mortem, fotos en las que le pinchaban, sondeaban, abrían y cortaban trozos. Para ella ya no era una simple curiosidad anónima cuya fotografía había aparecido en los periódicos y la televisión. Había empezado a pensar en él como una persona de verdad y como un familiar... que es exactamente lo que era.

Quedé fascinado por la sensación de conexión que Marie experimentaba entre ella y el Hombre de los Hielos. Empezó a ocúrrírseme que si se podía conectar genéticamente a Marie con alguien que llevaba tanto tiempo muerto, miles de años antes de que existieran registros de algún tipo, lo mismo se podía hacer con cualquier otra persona. A lo mejor sólo teníamos que mirar a nuestro alrededor, a la gente que vive en la actualidad, para desentrañar los mis-

terios del pasado. A casi todos mis amigos arqueólogos, esta idea les pareció completamente ajena a su modo de pensar. Se les había enseñado a creer que el pasado sólo se puede entender estudiando el pasado; la gente moderna no tiene ningún interés. Pero yo estaba seguro de que si el ADN se heredaba intacto a lo largo de cientos de generaciones y miles de años, como yo había demostrado al conectar a Marie con el Hombre de los Hielos, entonces los individuos que viven en la actualidad merecen la misma confianza como testigos del pasado que cualquier daga de bronce o fragmento de cerámica.

Me parecía absolutamente imprescindible ampliar mi investigación para incluir a personas modernas. Sólo cuando supiéramos mucho más sobre el ADN de los vivos podríamos aspirar a situar en algún contexto los resultados obtenidos con fósiles humanos. Así pues, me propuse descubrir lo más posible acerca del ADN de los europeos actuales, y de gente de otras muchas partes del mundo, sabiendo que lo que encontrara nos habría sido transmitido directamente por sus antepasados. El pasado está dentro de cada uno de nosotros.

Las investigaciones que realicé durante la década siguiente han demostrado que casi todos los que viven actualmente en Europa pueden trazar una línea genética ininterrumpida, del mismo tipo que la que conecta a Marie con el Hombre de los Hielos, y remontarla hacia el pasado remoto, hasta una de sólo siete mujeres. Estas siete mujeres son las antepasadas maternas directas de prácticamente todos los 650 millones de europeos modernos. En cuanto les puse nombres —Úrsula, Xenia, Helena, Velda, Tara, Katrine y Jasmine—, cobraron vida de inmediato. Este libro cuenta cómo llegué a tan increíble conclusión, y lo que se sabe sobre las vidas de estas siete mujeres.

Sé que yo soy descendiente de Tara, y quiero saber más sobre ella y su vida. Siento que tengo algo en común con ella, más que lo que tengo con las otras. Por procedimientos que enseguida explicaré, fui capaz de calcular cuánto tiempo hace que vivieron las siete mujeres, y aproximadamente en qué zona. He conjeturado que Tara vivió en el norte de Italia hace unos 17.000 años. Europa estaba entonces sometida a los rigores del último Período Glacial, y las únicas partes del

continente donde la vida humana era posible eran las del sur. En aquel tiempo, las colinas toscanas eran muy diferentes de lo que son ahora. No crecían vides; no había buganvillas decorando las casas rurales. Las laderas estaban cubiertas por densos bosques de pinos y abedules. En los arroyos había pequeñas truchas y cangrejos, que ayudaron a Tara a criar a su familia y aliviaban las punzadas del hambre cuando los hombres no conseguían cazar un ciervo o un jabalí. Cuando la Edad del Hielo aflojó su presa, los hijos de Tara se desplazaron siguiendo la costa hasta Francia, y allí se unieron a la gran horda de cazadores que seguía a la caza mayor a través de la tundra que era entonces el norte de Europa. Con el tiempo, los descendientes de Tara cruzaron la lengua de tierra que más tarde se convertiría en el Canal de la Mancha y llegaron a Irlanda, de cuyo antiguo reino celta ha tomado su nombre el clan de Tara.

Poco después de publicarse las conclusiones de mi investigación, la noticia de estas siete madres ancestrales empezó a aparecer en la prensa y televisión de todo el mundo. Los escritores y montadores de imágenes pusieron a trabajar su imaginación para encontrar análogos contemporáneos: Brigitte Bardot se convirtió en la reencarnación de Helena; Maria Callas en Úrsula; a la modelo Yasmin le Bon se la identificó, naturalmente, con Jasmine; Jennifer López se convirtió en Velda. Fue tanta la gente que nos llamó para averiguar de cuál de ellas descendía que tuvimos que abrir un sitio *web* para atender a las miles de peticiones. Nos habíamos tropezado con algo muy fundamental; algo que sólo estábamos empezando a entender.

Este libro cuenta la historia que hay detrás de esos descubrimientos y sus implicaciones para todos nosotros, no sólo en Europa sino en todo el mundo. Es la historia de nuestra herencia común y nuestros antepasados comunes. Nos lleva desde los Balcanes en la Primera Guerra Mundial hasta las lejanas islas del Pacífico Sur. Nos lleva desde el presente a los comienzos de la agricultura y aún más atrás, hasta nuestros antepasados que cazaban junto a los neandertales. Lo más asombroso es que todos llevamos esa historia en nuestros genes, pautas de ADN que se han transmitido hasta nosotros prácticamente inalteradas desde nuestros remotos antepasados, antepasados que ya

no son sólo una entidad abstracta, sino personas reales que vivieron en condiciones muy diferentes de las que nosotros disfrutamos hoy, que lograron sobrevivir a ellas y criar a sus hijos. Nuestros genes estaban allí. Han llegado hasta nosotros a través de milenios. Han viajado por tierra y mar, cruzando montañas y bosques. Todos nosotros, desde el más poderoso al más débil, desde los fabulosamente ricos hasta los que viven en la miseria, llevamos en nuestras células a los supervivientes de aquellos fantásticos viajes: nuestros genes. Deberíamos sentirnos orgullosos de ellos.

Mi parte en esta historia comienza en el Instituto de Medicina Molecular de Oxford, donde soy profesor de genética. El Instituto forma parte de la Universidad de Oxford, aunque está geográfica y temperamentalmente muy lejos del arcano mundo de los claustros colegiales. Está lleno de médicos y científicos que se matan a trabajar aplicando las nuevas tecnologías de la genética y la biología molecular al campo de la medicina. Hay inmunólogos que intentan crear una vacuna contra el sida, oncólogos que buscan la manera de matar tumores cortándoles el suministro de sangre, hematólogos que se esfuerzan por curar las anemias hereditarias que matan a millones de personas cada año en los países en vías de desarrollo, microbiólogos que desentrañan los secretos de la meningitis, y muchos otros más. Es un lugar donde resulta apasionante trabajar. Yo pertenezco al Instituto porque antes trabajaba en enfermedades hereditarias del esqueleto, y en particular en un terrible trastorno llamado osteogénesis imperfecta, más conocido como enfermedad de los huesos quebradizos. Los niños nacidos con la forma más grave de esta enfermedad pueden tener los huesos tan frágiles que cuando respiran por primera vez se les fracturan todas las costillas, a consecuencia de lo cual se asfixian y mueren. Estábamos investigando la causa de esta trágica enfermedad y le habíamos seguido la pista hasta pequeños cambios ocurridos en los genes que codifican el colágeno. El colágeno es la proteína más importante y más abundante en los huesos, y forma en ellos una entructura de sostén muy similar a la de las barras de acero que refuerzan el hormigón armado. Parecía lógico pensar que si el co-

lágeno fallaba debido a un defecto en el gen, los huesos serían frágiles. Durante esta investigación aprendimos mucho sobre las variaciones del colágeno y sus genes en la población general. Y fue a causa de este trabajo como conocí en 1986 a Robert Hedges.

Robert dirige el laboratorio de datación por carbono de muestras arqueológicas de Oxford. Había estado pensando en maneras de obtener más información de los huesos que pasaban por su laboratorio, aparte de la simple determinación de su edad por el método del carbono radiactivo. El colágeno es la principal proteína de los huesos, no sólo de los huesos vivos sino también de los muertos, y lo que se utiliza para datarlos es el carbono del colágeno superviviente. Robert se preguntaba si en estos fragmentos supervivientes de antiguo colágeno podría haber alguna información genética, así que entre él y yo presentamos un proyecto de investigación para estudiarlos. El colágeno, como toda proteína, está formado por unidades llamadas aminoácidos, ordenadas en una secuencia concreta. Como veremos en el siguiente capítulo, la secuencia de aminoácidos del colágeno —y dicho sea de paso, de todas las demás proteínas— está dictada por la secuencia de ADN de sus genes. Teníamos esperanzas de descubrir de un modo indirecto la secuencia de ADN de los antiguos genes del colágeno, determinando el orden de aminoácidos de los fragmentos de proteína que habían sobrevivido en los huesos antiguos de Robert. Pusimos varios anuncios solicitando ayudantes para la investigación, pero nadie respondió. Estábamos seguros de que si se hubiera tratado de un trabajo de genética normal, se habría producido una avalancha de candidatos, y atribuimos este nulo interés al carácter insólito del proyecto. Lamentablemente, pocos científicos están dispuestos a aventurarse fuera del campo principal de investigación en las primeras etapas de su carrera. Para nosotros, esta ausencia de reclutas significó que tuvimos que aplazar un año el comienzo del proyecto. Aunque en aquel momento nos resultó muy frustrante, el retraso resultó ser una bendición encubierta, porque antes de que el proyecto se pusiera en marcha nos llegaron noticias de un nuevo invento. Un científico norteamericano de California llamado Kary Mullís había ideado una manera de amplificar cantidades minúsculas de ADN —en

condiciones ideales, tan minúsculas como una sola molécula— en un tubo de ensayo.

Una cálida noche de viernes, en 1983, Mullís iba conduciendo por la Autopista 101, a la orilla del mar. Según su relato de los hechos, «la noche estaba saturada de humedad y de aroma a castaños de Indias en flor». Mientras conducía, iba hablando con su novia, sentada a su lado, sobre algunas de las ideas que pensaba aplicar a su trabajo en una empresa local de biotecnología. Como tqdos los que trabajaban en ingeniería genética, estaba haciendo copias de ADN en tubos de ensayo. Era un proceso lento, porque las moléculas tenían que copiarse de una en una. El ADN es como una larga cuerda, y el copiado empezaba por un extremo y terminaba en el otro. Después había que volver a empezar por el principio para obtener otra copia. Estaba hablando en voz alta sobre esto cuando de pronto se dio cuenta de que si, en lugar de empezar a copiar sólo por un extremo, se empezaba por *los dos* extremos a la vez, se iniciaba una especie de reacción en cadena sostenible. Ya no sería preciso limitarse a hacer copias del original, sino que se podrían hacer copias de copias, duplicando el número en cada ciclo. Ahora, en lugar de obtener dos copias después de dos ciclos y tres copias después de tres ciclos, se podía duplicar el número de copias en cada ciclo, obteniendo dos, cuatro, ocho, dieciséis, treinta y dos, sesenta y cuatro copias en seis ciclos, en lugar de una, dos, tres, cuatro, cinco y seis. Al cabo de veinte ciclos, no se tendrían veinte copias, sino un millón. Fue un auténtico «momento eureka». Se volvió hacia su novia para ver su reacción. Se había quedado dormida.

Este invento, por el que Kary Mullis ganó merecidamente el premio Nobel de Química de 1993, revolucionó por completo la práctica de la genética. Ahora se podía obtener una cantidad ilimitada de ADN para trabajar, incluso del trocito de tejido más minúsculo. Con un solo pelo, incluso con una sola célula, bastaba para producir todo el ADN que uno pudiera desear. El efecto de la ocurrencia de Mullis sobre nuestro proyecto de los huesos consistió simplemente en que decidí prescindir de trabajar con la proteína colágeno, lo cual habría resultado espantosamente difícil, y utilizar la recién inventada reac-

ción en cadena para amplificar lo que quedara, si es que quedaba algo, del ADN de los huesos antiguos. Si daba resultado, podríamos obtener muchísima más información del ADN que la que habríamos podido arrancarle al colágeno. Iríamos directamente a la secuencia del ADN, en lugar de inferirla de los aminoácidos. Y otra cosa mucho más importante: podríamos estudiar *cualquier* gen, y no sólo los que codificaban el colágeno.

Por fin tuvimos una respuesta a nuestro anuncio solicitando ayudantes de investigación, y Erika Hagelberg se incorporó al equipo. Estaba claro que no íbamos a conseguir a nadie con experiencia previa en trabajos con ADN antiguo, porque era algo que no se había hecho nunca, pero el título de bioquímica de Erika, combinado con sus anteriores trabajos en homeopatía y en historia de la medicina, reflejaba una combinación de sólida formación científica e intereses eclécticos, muy adecuada para el proyecto. Además, era la única candidata. Ahora sólo necesitábamos unos cuantos huesos muy antiguos.

En 1988 nos llegaron noticias de una excavación que se estaba realizando en Abingdon, pocos kilómetros al sur de Oxford. Se iba a construir un nuevo supermercado, y las máquinas excavadoras habían topado con un cementerio medieval. Al servicio arqueológico local le habían dado dos meses para excavar en el lugar antes de que los constructores reanudaran su tarea, así que cuando Erika y yo llegamos allí aquello era un hervidero de actividad. Era un día de calor y mucho sol, y docenas de ayudantes de campo, con la ropa reducida al mínimo imprescindible, pululaban por todas partes, rascando la tierra con espátulas, hurgando en pozos profundos o vadeando trincheras llenas de agua. Había varios esqueletos a medio desenterrar, cubiertos de pegotes de tierra pardo-anaranjada y cruzados por una cuadrícula de cuerdas que formaban una plantilla de referencia. Cuando les echamos un primer vistazo, no nos parecieron nada prometedores. Habiendo trabajado con ADN durante varios años, había aprendido a tratarlo con respeto. Las muestras de ADN siempre se almacenaban congeladas a 70 °C bajo cero, y cada vez que sacabas ADN del congelador se te insistía en que lo tuvieras metido en un cubo con hielo. Si te olvidabas de ello y el hielo se descongelaba, había que tirar

el ADN, porque todo el mundo daba por supuesto que se habría degradado y destruido. Nadie imaginaba que pudiera durar más de unos minutos en la mesa de laboratorio a temperatura ambiente, y mucho menos enterrado durante cientos o incluso miles de años.

No obstante, valía la pena intentarlo. Se nos permitió llevarnos tres fémures de la excavación. Al llegar al laboratorio, tuvimos que tomar dos decisiones: cómo extraer el ADN y qué parte de este elegir para la reacción de amplificación. La primera fue bastante fácil. Sabíamos que, de quedar algo de ADN en el hueso, probablemente estaría asociado a un mineral del hueso llamado hidroxiapatita. Anteriormente, este compuesto de calcio se había utilizado para absorber ADN durante el proceso de purificación, de modo que parecía bastante probable que en los huesos antiguos el ADN estuviera pegado a la hidroxiapatita. De ser este el caso, teníamos que pensar una manera de separar el ADN del calcio.

Cortamos pequeños segmentos de hueso con una sierra, los congelamos en nitrógeno líquido, los trituramos para reducirlos a polvo y después empapamos el polvo en una sustancia que absorbió poco a poco el calcio durante varios días. Afortunadamente, una vez eliminado todo el calcio, todavía quedaba algo en el fondo del tubo: una especie de fango gris. Supusimos que se trataba de los restos de colágeno y otras proteínas, fragmentos de células, tal vez un poco de grasa... y con suerte, unas cuantas moléculas de ADN. Decidimos librarnos de la proteína utilizando una enzima. Las enzimas son catalizadores biológicos, que hacen que las cosas ocurran mucho más deprisa que como ocurrirían sin ellas. Elegimos una enzima que digiere las proteínas, parecida a las que forman parte de los detergentes biológicos, que eliminan las manchas de sangre y de otros tipos por el mismo sistema. Después nos libramos de las grasas con cloroformo. Limpiamos lo que quedaba con fenol, un líquido nauseabundo que constituye la base del jabón carbólico. A pesar de que el fenol y el cloroformo son dos sustancias bastante brutales, sabíamos que no dañarían al ADN. Lo que quedó fue una cucharadita de fluido de color pardo claro que, al menos en teoría, debería contener el ADN, si es que quedaba algo. En el mejor de los casos, sólo habría unas

pocas moléculas, así que antes de dar los siguientes pasos tendríamos que utilizar la nueva reacción de amplificación del ADN para aumentar el rendimiento.

La esencia de la reacción de amplificación consiste en adaptar el sistema que utilizan las células para copiar el ADN. Se introducen en el tubo las materias primas para la construcción de ADN. La primera es otra enzima, la que sirve para copiar el ADN; se llama polimerasa y es la que da nombre científico a la reacción: la *reacción en cadena de la polimerasa* o RCP en forma abreviada. A continuación, se añaden un par de fragmentos cortos de ADN, para dirigir a la polimerasa y hacer que vaya al segmento del ADN original que se quiere amplificar, haciendo caso omiso de todo lo demás. Por último, se añaden a la mezcla las materias primas —las bases de nucleótidos— para construir nuevas moléculas de ADN, junto con unos cuantos ingredientes, como el magnesio, para ayudar al proceso. Y por supuesto, el material que se quiere amplificar: en nuestro caso, un extracto del hueso de Abingdon que contenía —o eso esperábamos— unas cuantas moléculas de ADN muy antiguo.

Después tuvimos que decidir qué gen íbamos a amplificar. Como sabíamos que no iba a haber mucho ADN en el extracto de hueso, si es que había algo, decidimos aumentar al máximo nuestras posibilidades eligiendo una cosa que se llama ADN mitocondrial. Elegimos el ADN mitocondrial por la sencilla razón de que las células tienen más de cien veces más cantidad de él que de cualquier otro gen. Como veremos, el ADN mitocondrial resultó tener propiedades especiales que lo hacen absolutamente idóneo para reconstruir el pasado. Pero al principio, nosotros lo elegimos simplemente porque había mucho más de este que de cualquier otro tipo de ADN. Si quedaba algo de ADN en los huesos de Abingdon, tendríamos muchas más posibilidades de encontrarlo si nos centrábamos en el ADN mitocondrial.

Así pues, metimos en el tubo todos los ingredientes necesarios para amplificar el ADN mitocondrial, más unas pocas gotas del precioso extracto de hueso. Para iniciar la reacción en el tubo de ensayo hay que hervirlo, enfriarlo, calentarlo durante un par de minutos;

después, volverlo a hervir, enfriarlo, calentarlo... y seguir repitiendo este ciclo por lo menos veinte veces. Los laboratorios de genética modernos están llenos de máquinas para hacer esta reacción automáticamente. Pero los de entonces, no. Allá por los años ochenta, la única máquina que había en el mercado costaba una fortuna, y en nuestro presupuesto no había dinero para comprar una. La única manera de hacer la reacción era sentarse con un cronómetro delante de tres recipientes de agua, uno hirviendo, otro frío y otro caliente, y pasar a mano el tubo de ensayo de un baño a otro cada tres minutos. Y después, volverlo a hacer. Y otra vez. Y así durante tres horas y media. Yo sólo lo intenté una vez. La reacción no se producía y yo me moría de aburrimiento. Tenía que haber un modo mejor. ¿Y si utilizáramos una tetera eléctrica? Me pasé las tres semanas siguientes trasteando con cables, cronómetros, termostatos, relés, tubos de cobre, una válvula de lavadora y la tetera de mi casa. Al final tenía un aparato que hacía todo lo que había que hacer. Hervía; enfriaba (muy deprisa) cuando se abría la válvula de la lavadora, dejando entrar agua fría del grifo en el serpentín de tubo de cobre; y calentaba. Total, que funcionaba.

Estaba claro que nuestra máquina (que bautizamos como «Genesmaid», en alusión al aparato para preparar té que las personas de cierta edad consideran un accesorio imprescindible del dormitorio) había conseguido poner en marcha la reacción de amplificación, no sólo en un experimento de control con ADN moderno, sino también, aunque muy débilmente, con el extracto de hueso de Abingdon. Comparando su secuencia con las publicadas en las revistas científicas, no tardamos mucho en demostrar que el ADN era indudablemente humano. Lo habíamos conseguido. Teníamos ante nuestros ojos el ADN de alguien que había muerto hace cientos de años. Era ADN resucitado literalmente de la tumba.

Ahora, mirando en retrospectiva, me cuesta creer que la investigación puesta en marcha por la recuperación del ADN de aquellos maltrechos huesos del cementerio de Abingdon, los huesos que tan poco prometedores me habían parecido cuando los vi por vez primera medio enterrados, me llevara en los años siguientes a tan profundas

conclusiones sobre la historia y la esencia de nuestra especie. A medida que se desarrolle mi historia, verán ustedes que, como ocurre en casi toda investigación científica, este no fue un progreso sin fisuras hacia un objetivo bien definido. Fue más bien como una serie de pequeños saltos, en la que cada uno de ellos debía tanto a la oportunidad, las relaciones personales, las necesidades económicas e incluso las lesiones físicas, como a una estrategia racional. No había un camino trazado de antemano hacia el descubrimiento de las siete hijas de Eva. La investigación simplemente siguió avanzando, poquito a poquito, casi siempre hacia delante, hacia el próximo objetivo borrosamente visible, sabiendo lo que había ocurrido antes pero sin saber lo que nos aguardaba.

En su momento, y aunque parezca extraño, si bien nuestros resultados constituían un gran triunfo, nosotros no lo sentíamos así. Creo que Erika y yo estábamos demasiado absortos en los detalles para apreciar la importancia de lo que habíamos logrado. Además, por entonces no nos llevábamos demasiado bien. La tensión se había ido acumulando durante semanas, porque, por alguna razón, parecía que Erika y yo no trabajábamos bien juntos. Hasta mucho después no empecé a darme cuenta de la trascendencia que podía tener nuestro trabajo, no sólo para la ciencia sino también para la historia popular. Pero aquello vendría después; por el momento, teníamos que atender cuestiones más apremiantes. Yo había oído rumores de que había otros equipos de investigación que también estaban buscando ADN en huesos antiguos. Esto significaba que teníamos que publicar nuestro trabajo con la máxima rapidez, pues de lo contrario corríamos auténtico peligro de que se nos adelantaran. Lo que cuenta en la ciencia no es ser el primero que hace un experimento, sino ser el primero en publicar los resultados. Si algún otro publicaba antes que nosotros, aunque sólo fuera un día antes, se llevaría todo el crédito. Afortunadamente, convencimos al director de la revista científica *Nature* de que imprimiera nuestro artículo en un tiempo récord, y se publicó justo antes de la Navidad de 1989.

Yo no estaba nada preparado para lo que ocurrió a continuación. Aunque mis anteriores investigaciones sobre la enfermedad de los

huesos quebradizos habían sido comentadas de vez en cuando en la prensa local, e incluso una o dos veces en los periódicos nacionales, no se puede decir que sus resultados hubieran causado frenesí en los medios informativos. Así que fue una experiencia totalmente nueva llegar al trabajo al día siguiente y encontrarme que el teléfono no paraba de sonar, con llamadas de la prensa. Pocos años antes, yo había pasado tres meses en Londres como reportero de la ITN, que se encarga del servicio de noticias televisivas para los principales canales comerciales del Reino Unido. Esta actividad formaba parte de un bienintencionado plan de la Royal Society, ideado para tender un puente entre la ciencia y los medios de información. Lo que a mí me atraía del asunto eran los generosos honorarios, con los que esperaba cubrir mi déficit bancario. De hecho, acabé debiendo más dinero que al empezar, entre otras cosas por la cantidad de tiempo que pasé en bares y restaurantes con los profesionales pudientes. Una noche, por ejemplo, cometí la imprudencia de invitar a un trago a un famoso presentador. «Gracias, muchacho. Tomaré una botella de Bollinger», fue la respuesta del gran hombre. ¿Qué podía hacer yo, sino apechugar? Aun así, aunque fueron un desastre económico de proporciones considerables, aquellos pocos meses me enseñaron muchas cosas sobre los medios de información, entre ellas la manera de recortar mis respuestas a las preguntas de los periodistas, reduciéndolas a las frases simples que yo sabía que ellos deseaban.

Después de toda una mañana de responder preguntas acerca de nuestro artículo científico, empecé a aburrirme de explicar en una sola frase qué era el ADN, etc, etc. Cuando llamó el redactor científico del *Observer*, el tedio ya se había apoderado de mí. Después de las preguntas rutinarias de rigor, me preguntó qué se podía hacer ahora que era posible recuperar el ADN de los restos arqueológicos. Le respondí que una de las posibilidades era verificar si los neandertales se habían extinguido o no. Una respuesta perfectamente razonable y, como más tarde se comprobó, una predicción acertada. Y a continuación, dejé caer: «Por supuesto, también seremos capaces de resolver cuestiones que han intrigado a los estudiosos durante siglos... como la de si Ramsds II fue un hombre o una mujer.» Que yo sepa, ni un solo es-

tudioso ha considerado jamás la segunda posibilidad. Nadie ha tenido jamás la más mínima duda de que el gran faraón fue un hombre. Y sin embargo, el domingo siguiente, bajo un retrato del faraón, leí el siguiente pie: «El rey (o reina) Ramsés II.»

Muchos años después, tuve la suerte de ser invitado a la inauguración de la nueva galería de egiptología del Museo Británico de Londres. En la cena que tuvo lugar esa noche en la magnífica galería de esculturas egipcias, mi asiento estaba justo enfrente de la enorme estatua de granito de Ramsés, que me miraba fijamente con su intimidante mirada benigna y omnisciente. Supe al instante que se había enterado de mi broma y que las iba a pasar negras en la otra vida.

Uno de los aspectos más difíciles de la extracción de ADN de los huesos antiguos es que, a menos que pongas muchísimo cuidado, acabas amplificando ADN moderno, incluyendo el tuyo propio, en lugar del ADN del fósil. Aunque esté presente, el ADN antiguo está muy deteriorado. Los cambios químicos, casi todos provocados por el oxígeno, van alterando lentamente la estructura del ADN, que empieza a fragmentarse en trozos cada vez más pequeños. Si en la reacción se cuela algo de ADN moderno, aunque sea una partícula diminuta, las enzimas polimerasas encargadas de la copia, que no se enteran de que tú quieres amplificar los destartalados fragmentitos de ADN antiguo, concentran sus esfuerzos en el material moderno y reluciente y, como no saben hacer otra cosa, producen millones de copias de este. A ti te parece que la reacción ha sido un gran éxito. Metiste una gotita de extracto de ADN antiguo y ahora tienes montañas de ADN. Pero cuando lo analizas te das cuenta de que es tu propio ADN, y no el del fósil.

Aunque estábamos bastante seguros de que esto no nos había ocurrido con el hueso de Abingdon, pensamos que una manera de comprobarlo era extraer ADN de huesos antiguos de animales, y no de huesos humanos. Así sería muy fácil comprobar si habíamos amplificado ADN animal —que era lo que queríamos— o ADN humano, que sería un contaminante. La mejor y más abundante fuente de huesos animales antiguos que se nos ocurrió fueron los restos del *Mary*

Rose. Este magnífico galeón se hundió en 1545 frente a Portsmouth, durante un enfrentamiento con la flota invasora francesa. Muy pocos tripulantes sobrevivieron. Durante más de cuatrocientos años, el buque hundido permaneció en el fango, bajo catorce metros de agua, hasta que fue rescatado en 1982, y ahora se exhibe en un museo del puerto de Portsmouth, donde se le sigue mojando con una solución de agua y anticongelante para evitar que su maderamen se pandee. Además de los esqueletos de los desdichados tripulantes, con el barco se recuperaron cientos de huesos de animales y peces. Cuando se hundió, el barco estaba lleno de provisiones, que incluían canales de vaca y cerdo y barriles de bacalao salado. Convencimos al conservador del museo de que nos cediera una costilla de cerdo para hacer la prueba. Dado que había pasado la mayor parte de su vida (de su vida después de la muerte, quiero decir) enterrada en el fango sin oxígeno del fondo del Solent, la costilla se encontraba en muy buenas condiciones, y conseguimos extraer de ella grandes cantidades de ADN sin muchos problemas. Lo analizamos, y no cabía duda de que todo era de cerdo y no había nada humano.

Si les cuento todo esto, no es para informarles de todos nuestros experimentos, uno por uno, sino para explicar la reacción que provocó la publicación de los resultados. Más llamadas de teléfono y más titulares. Mi favorito es el del *Independent on Sunday:* «Gracias a un cerdo, el ADN se pone chuleta.» Esto iba a ser divertido.

2

¿Qué es el ADN y para qué sirve?

Todos sabemos, y seguro que se ha sabido desde hace milenios, que los hijos suelen parecerse a sus padres y que el nacimiento de un niño tiene lugar nueve meses después de un acto sexual. El mecanismo de la herencia constituía un misterio hasta hace muy poco, pero eso no impidió que la gente propusiera todo tipo de teorías. En la literatura griega clásica hay numerosas referencias al parecido familiar, y pensar en las razones de que esto ocurra debió de ser un pasatiempo habitual de los antiguos filósofos. Aristóteles, en una obra escrita hacia 335 a.C, especuló que el padre aportaba el patrón del futuro niño, y que la contribución de la madre se limitaba a nutrirlo en su seno y después del nacimiento. Esta idea concordaba perfectamente con las actitudes patriarcales de la civilización occidental de la época. Parecía razonable que el padre, que era quien aportaba riqueza y posición social, fuera también el arquitecto de los rasgos físicos y psicológicos de todos sus hijos. Esto no quitaba importancia a la necesidad de elegir una esposa adecuada. Al fin y al cabo, las semillas plantadas en buena tierra siempre dan mejores frutos que las sembradas en tierra mala. No obstante, había un problema, un problema que iba a agobiar a las mujeres durante mucho tiempo.

Si los niños nacen con el diseño de su padre, ¿cómo es que los hombres tienen hijas? A Aristóteles le hicieron esta pregunta, y su respuesta fue que todos los niños serían iguales en todo a sus padres, incluyendo el ser varones, a menos que algo «interfiriera» con ellos en

el seno materno. Esta «interferencia» podía ser relativamente pequeña, y provocar variaciones como que un niño fuera pelirrojo en lugar de tener el pelo negro como su padre, o podía ser más importante y provocar variaciones mayores, como nacer deforme o ser niña. Esta creencia ha tenido graves consecuencias a lo largo de la historia para muchas mujeres, que se han visto repudiadas y sustituidas porque no tenían hijos varones. Esta antigua teoría dio lugar al concepto del homúnculo, un ser minúsculo y ya preformado que se inoculaba en la mujer durante el acto sexual. Todavía a principios del siglo xvín, el pionero de la microscopía, Anthony van Leewenhoek, creyó haber visto diminutos homúnculos acurrucados en las cabezas de los espermatozoides.

Hipócrates, cuyo nombre se conmemora en el juramento que solían pronunciar los médicos recién licenciados (algunos todavía lo hacen), tenía una teoría menos extremista que la de Aristóteles, que daba más importancia al papel de la mujer. Creía que hombres y mujeres producen un fluido seminal y que las características del niño dependían de qué partes del fluido predominaran al mezclarse después de la cópula. Como consecuencia de este proceso, un niño podía tener los ojos de su padre o la nariz de su madre; si en una característica concreta no predominaba el fluido de ninguno de los dos progenitores, el niño podía presentar una forma intermedia: por ejemplo, el pelo de un color intermedio entre el del padre y el de la madre.

Esta teoría se ajustaba mucho más a la realidad que experimenta la mayoría de la gente. «Es igualito que su padre», «tiene la misma sonrisa que su madre» y otros comentarios similares se repiten millones de veces al día en todo el mundo. La idea de que las características de los padres se mezclan de algún modo en la descendencia fue la creencia predominante entre los científicos hasta finales del siglo xix. A Darwin, por ejemplo, no se le ocurrió nada mejor, y esta fue una de las razones de que no lograra encontrar un mecanismo adecuado que explicara su teoría de la selección natural; porque cualquier característica nueva y favorable se iría diluyendo continuamente debido a la mezcla producida en cada generación. Aunque los genetis-

tas actuales se burlan de la aparente ignorancia de sus predecesores, yo estaría dispuesto a apostar a que, para la mayoría de la gente> la teoría de la herencia mezclada es todavía una explicación perfectamente satisfactoria de lo que ven con sus propios ojos.

Con el tiempo, dos avances técnicos del siglo xix aportaron pistas fundamentales de lo que en realidad ocurría. Uno fue la invención de nuevos colorantes químicos para la industria textil, y el otro el perfeccionamiento del método de pulir las lentes de microscopio, que mejoró considerablemente su poder de resolución. La mayor ampliación permitía ver claramente células individuales; y al teñirlas con los nuevos colorantes, se hacía visible su estructura interna. Por fin se podía observar el proceso de fecundación, la fusión de un óvulo grande y un pequeño y decidido espermatozoide. Cuando las células se dividían, se podían ver extrañas estructuras filamentosas que se reunían y después se repartían equitativamente entre las dos células nuevas. Dado que se teñían muy intensamente con los nuevos colorantes, estas curiosas estructuras recibieron el nombre de *cromosomas* —que en griego significa «cuerpos coloreados»— años antes de que nadie tuviera la menor idea de para qué servían.

Durante la fecundación, un juego de estos extraños filamentos parecía proceder del espermatozoide del padre, y otro juego del óvulo de la madre. Esto era exactamente lo que había predicho el hombre universalmente reconocido como el padre de la genética, Gregor Mendel, un monje de la ciudad de Brno (en la actual República Checa), que estableció las bases de toda la genética con sus experimentos de cría de guisantes en el huerto de su monasterio, allá por la década de 1860. Llegó a la conclusión de que los factores que determinaban la herencia, fueran los que fuesen, se transmitían a partes iguales de ambos progenitores a los descendientes. Por desgracia, Mendel murió sin haber podido ver un cromosoma; pero tenía razón. Con la importante excepción del ADN mitocondrial (del que volveremos a hablar largo y tendido más adelante) y de los cromosomas que determinan el sexo, los genes —fragmentos concretos de codificación genética que se encuentran en los cromosomas— se heredan por partida doble, del padre y de la madre. El papel fundamental que desem-

peñan los cromosomas en la herencia, y el hecho de que tenían que contener en su seno los secretos del proceso hereditario, estaban ya bien establecidos en 1903. Pero se tardaron otros cincuenta años en descubrir de qué estaban hechos los cromosomas y cómo funcionaban como mensajeros físicos de la herencia.

En 1953, dos jóvenes científicos que trabajaban en Cambridge, James D. Watson y Francis Crick, desentrañaron la estructura molecular de una sustancia que se conocía desde hacía mucho tiempo y que muchos consideraban aburrida y sin importancia. Como para hacer hincapié en su carácter oscuro, se le había dado un nombre verdaderamente largo, *ácido desoxirribonucleico,* ahora felizmente abreviado a ADN. Aunque unos pocos experimentos habían relacionado el ADN con el mecanismo de la herencia, las apuestas sobre cuál era el material hereditario estaban a favor de las proteínas. Estas eran complicadas, sofisticadas, tenían veinte componentes distintos (los aminoácidos) y podían adoptar millones de formas diferentes. Sin duda, razonaban todos, sólo algo verdaderamente complicado podría encargarse de una tarea tan monumental como programar un óvulo fecundado para que se transforme en un ser humano perfectamente formado y funcional. Era imposible que lo hiciera este ADN, que sólo tenía cuatro componentes. De acuerdo, estaba en el sitio adecuado, el núcleo de la célula, pero lo más probable es que tuviera una función muy poco interesante, como absorber agua a manera de serrín.

A pesar del poco interés que manifestaban casi todos sus contemporáneos científicos por esta sustancia, Watson y Crick estaban seguros de que contenía la clave del mecanismo químico de la herencia. Decidieron intentar desentrañar su estructura molecular utilizando una técnica que ya se empleaba para desentrañar la estructura de las mucho más sugestivas proteínas. El método consistía en obtener largas fibras cristalinas de ADN purificado y bombardearlas con rayos X. Al penetrar en el ADN, casi todos los rayos X lo atravesaban en línea recta y salían por el otro lado; pero unos pocos chocaban con los átomos de la estructura molecular y se desviaban hacia un lado, lo cual quedaba detectado en película de rayos X, el mismo tipo de película que se sigue utilizando en las radiografías de los hospitales

para obtener una imagen de un hueso fracturado. Los rayos X desviados formaban un patrón regular de puntos en la película, y la posición exacta de los puntos se utilizó para calcular las posiciones de los átomos del ADN.

Después de pasar muchas semanas construyendo diferentes modelos con varillas, cartones y planchas metálicas para representar los átomos del ADN, Watson y Crick encontraron de pronto una que coincidía exactamente con el patrón de rayos X. Era sencilla, y al mismo tiempo absolutamente maravillosa, y tenía una estructura que sugería de inmediato cómo podía realizar las funciones de material genético. Tal como declaraban con contagiosa confianza en el artículo que anunciaba el descubrimiento, «no se nos escapa que los emparejamientos específicos que hemos postulado sugieren inmediatamente un posible mecanismo para copiar el material genético». Tenían toda la razón, y fueron recompensados con el premio Nobel de Medicina y Fisiología en 1962.

Uno de los requisitos imprescindibles del material genético es que se pueda copiar con fidelidad una vez tras otra, de manera que cuando una célula se divide, las dos nuevas células —las llamadas «células hijas»— reciban copias iguales de los cromosomas del núcleo. Si el material genético de los cromosomas no se pudiera copiar cada vez que se dividen las células, muy pronto se agotaría. Y la copia tiene que ser de muy alta calidad, porque de no ser así las células no funcionarían. Watson y Crick habían descubierto que cada molécula de ADN está formada por dos filamentos muy largos, enroscados como dos escaleras de caracol unidas entre sí: una «doble hélice». Cuando llega el momento de hacer copias, las dos escaleras de caracol de la doble hélice se desacoplan. Ya he mencionado que el ADN tiene sólo cuatro componentes fundamentales, que se designan con las letras iniciales de sus nombres químicos: A (adenina), C (citosina), G (guanina) y T (timina). Se los denomina oficialmente *bases de nucleótidos,* que se suele abreviar «bases» a secas. Ahora ya pueden ustedes olvidarse de los nombres químicos y recordar solamente los símbolos: «A», «C», «G» y «T».

El avance decisivo en la resolución de la estructura del ADN

tuvo lugar cuando Watson y Crick se dieron cuenta de que los dos filamentos de la doble hélice sólo se acoplaban correctamente cuando cada «A» de un filamento estaba unida a una «T» del otro, situada justo enfrente. Como si fueran piezas de un rompecabezas, «A» se acopla perfectamente con «T», pero no con «G» ni con «C» ni con otra «A». Exactamente de la misma manera, las «C» encajan con las «G» del otro filamento, y viceversa, pero no con las «A» ni las «T». De este modo, *las dos* cadenas mantienen la información complementaria de la secuencia codificada. Por ejemplo: la secuencia «ATTCAG» de un filamento tiene que estar complementada por la secuencia «TAAGTC» del otro. Cuando la doble hélice desacopla esta sección, la maquinaria celular construye una nueva secuencia *«TAAGTC»* enfrente de la «ATTCAG» de uno de los filamentos, y una secuencia *«ATTCAG»* frente a la «TAAGTC» del otro. El resultado son dos nuevas dobles hélices, idénticas a la original. Dos copias perfectas cada vez. Durante todo el proceso de copiado, se mantiene la secuencia de las cuatro letras químicas. ¿Y qué es esa secuencia? Es información pura y simple. En realidad, el ADN no hace nada por sí mismo. No nos ayuda a respirar ni a digerir nuestra comida. Sólo da instrucciones para que otros lo hagan. Los gestores celulares de rango intermedio que reciben las instrucciones y hacen el trabajo son, precisamente, las proteínas. Parecían muy sofisticadas, y efectivamente lo son, pero actúan siguiendo instrucciones estrictas del alto mando, que es el ADN.

Aunque la complejidad de las células, los tejidos y los organismos completos es abrumadora, la manera en que están escritas las instrucciones básicas del ADN es asombrosamente simple. Igual que en otros sistemas de instrucción más familiares, como el lenguaje, los números o el código binario de los ordenadores, lo que más importa no son los símbolos en sí mismos, sino el orden en el que aparecen. Los anagramas —por ejemplo, «radio» y «odiar»— contienen exactamente las mismas letras pero en diferente orden, y las palabras que forman tienen significados completamente diferentes. De manera similar, 476.021 y 104.762 son dos números diferentes que constan de los mismos símbolos colocados en distinto orden. Lo mismo ocurre

en el código binario con 001010 y 100100, que tienen significados muy diferentes. Exactamente del mismo modo, el mensaje del ADN está contenido en la ordenación de los cuatro símbolos químicos. «ACGGTA» y «GACAGT» son anagramas de ADN que significan cosas completamente diferentes para la célula, como «radio» y «odiar» tienen diferentes significados para nosotros.

¿Cómo se escribe el mensaje y cómo se lee? El ADN está confinado en los cromosomas, que nunca salen del núcleo de la célula. Son las proteínas las que hacen el verdadero trabajo. Ellas son los ejecutivos del cuerpo. Son las enzimas que digieren la comida y hacen funcionar el metabolismo; son las hormonas que coordinan lo que ocurre en diferentes partes del cuerpo. Son los colágenos de la piel y los huesos, las hemoglobinas de la sangre. Son los anticuerpos que combaten la infección. En otras palabras, son las que lo hacen todo. Algunas son moléculas enormes, otras son muy pequeñas. Lo que todas tienen en común es que están formadas por una cadena de subunidades llamadas aminoácidos, cuyo orden preciso determina su función. Los aminoácidos de una parte de la cadena atraen a los aminoácidos de otra parte, y lo que era una cadena lineal se apelotona formando una bola. Pero se trata de una bola con una forma muy concreta, que es la que permite que la proteína haga lo que tiene que hacer: actuar como catalizador de reacciones biológicas si se trata de una enzima, formar músculos si se trata de una proteína muscular, atrapar bacterias invasoras si se trata de un anticuerpo, etc. En total hay veinte aminoácidos, algunos con nombres vagamente familiares como la lisina o la fenilalanina (uno de los ingredientes del edulcorante aspartame), y otros que casi nadie ha oído nombrar, como la cisterna y la tirosina. El orden exacto en el que aparecen estos aminoácidos en la proteína determina la forma y función de esta, de modo que lo único que se necesita para construir una proteína es una serie de instrucciones del ADN que definan este orden. Y la información codificada contenida en el ADN del núcleo de la célula tiene que transmitirse de alguna manera a la cadena de producción de proteínas, situada en otra parte de la célula.

Si se lo puede permitir, arranqúese un cabello. El glóbulo traslú-

cido del extremo inferior es la raíz o folículo. En cada folículo capilar hay aproximadamente un millón de células, y su único propósito en la vida es fabricar pelo, que está compuesto principalmente por la proteína queratina. Cuando usted se arrancó el pelo, las células estaban todavía funcionando. Imagínese penetrando en el interior de una de esas células. Todas ellas están ocupadísimas fabricando queratina. Pero ¿cómo saben lo que tienen que hacer? La clave para fabricar cualquier proteína, en este caso la queratina, es una simple cuestión de asegurarse de que los aminoácidos se van colocando en el orden correcto. ¿Y cuál es el orden correcto? Para eso hay que consultar el ADN, que está en los cromosomas, dentro del núcleo de la célula. Una célula del pelo, como cualquier otra célula del cuerpo, tiene un conjunto completo de instrucciones en forma de ADN, pero esta célula concreta sólo quiere saber cómo fabricar queratina. A las células del pelo no les interesa fabricar hueso ni sangre, así que estas secciones del ADN se desactivan. Pero las instrucciones para la queratina, el *gen* de la queratina, quedan abiertas para consulta. Y se trata simplemente de la secuencia de símbolos del ADN que especifica el orden de los aminoácidos de la queratina.

La secuencia de ADN del gen de la queratina comienza así: ATGACCTCCTTC... (etc., etc.). Como no estamos acostumbrados a leer este código, nos parece una ordenación al azar de los cuatro símbolos. Sin embargo, aunque a nosotros nos pueda parecer ininteligible, para la célula del pelo no lo es. Ésta es una pequeña parte del código para fabricar queratina, y es muy fácil de traducir. La célula lee el código en grupos de tres símbolos. Así, ATGACCTCCTTC se convierte en ATG-ACC-TCC-TTC. Cada uno de estos grupos de tres símbolos, llamados tripletes, especifica un aminoácido concreto. El primer triplete, ATG es el código del aminoácido metionina; ACC es el de la treonina, TCC el de la serina, TTC el de la fenilalanina, y así sucesivamente. Éste es el código genético que utilizan todos los genes en los núcleos celulares de todas las especies de plantas y animales.

La célula hace una copia temporal de este código, como si fotocopiara unas cuantas páginas de un libro, y después la envía a la

maquinaria de fabricación de proteínas, situada en otra parte de la célula. Cuando llega allí, la planta de producción se pone en acción. Lee el primer triplete y lo descifra: significa el aminoácido metionina. Coge una molécula de metionina del estante. Lee el segundo triplete, que corresponde al aminoácido treonina, coge una molécula de treonina y la empalma a la metionina. El tercer triplete significa serina; la maquinaria añade una molécula de serina a la treonina. El cuarto triplete corresponde a la fenilalanina, así que se empalma una molécula de esta a la serina. Ya tenemos los cuatro aminoácidos especificados por la secuencia de ADN del gen de la queratina, montados en el orden correcto: metionina-treonina-serina-fenilalanina. Se lee el siguiente triplete, se añade el quinto aminoácido, y así sucesivamente. Este proceso de lectura, desciframiento y adición de aminoácidos en el orden correcto continúa hasta que se han leído las instrucciones completas, de principio a fin. La nueva molécula de queratina ya está terminada. Ahora se desprende y va a unirse a cientos de millones de moléculas similares, para formar parte de uno de los pelos que crecen en su cuero cabelludo. Bueno, que crecería si usted no se lo hubiera arrancado.

3

De los grupos sanguíneos a los genes

Pocas cosas hay en una persona tan distintivas como su pelo. Es una de las primeras características por las que preguntamos en cualquier descripción de un recién nacido, de un desconocido o de un criminal buscado. Moreno o rubio, liso u ondulado, abundante o con tendencia a la calvicie: todas estas diferentes posibilidades contribuyen inmediatamente a la imagen mental que vamos formando de alguien a quien nunca hemos visto. Y desde luego, sabemos cómo manipular el aspecto de nuestro cabello. Las peluquerías están repletas de gente que está dispuesta a pagar por que le corten y le peinen su cabellera. Los estantes de las perfumerías están abarrotados de productos para aclarar, oscurecer, alisar y rizar. Todos nos esforzamos por sacar el mayor partido posible al pelo con el que nacimos, pero son nuestros genes los responsables de la materia prima básica. La diferencia entre un pelirrojo natural y un rubio se basa en una diferencia en su ADN. En los genes de la queratina y otros muchos que intervienen en el proceso de crecimiento del pelo hay pequeñas diferencias en la secuencia de ADN. Estas diferencias son las responsables de las diferentes características de color y textura del cabello. Casi todos estos genes están aún sin identificar, pero es seguro que se heredaron de ambos progenitores, aunque no necesariamente de manera directa, y esta es la razón de que, con bastante frecuencia, el pelo de un recién nacido no sea del mismo color que el de ninguno de sus progenitores.

El tipo de pelo es un rasgo distintivo muy visible, que nos per-

mite diferenciar a los individuos, pero las diferencias hereditarias más importantes son invisibles y se mantienen ocultas hasta que algo hace que llamen la atención. De estas diferencias hereditarias, la primera que se descubrió fue la de los grupos sanguíneos. Es imposible decir, con sólo mirar a una persona, a qué grupo sanguíneo pertenece. Ni siquiera se puede saber con sólo mirar una gota de su sangre. Todas las sangres parecen iguales. Sólo cuando se empieza a mezclar la sangre de dos personas empiezan a hacerse aparentes las diferencias; y como nadie tuvo ningún motivo para mezclar su sangre con la de otro hasta que se inventaron las transfusiones, nuestros grupos sanguíneos permanecieron ocultos.

Las primeras transfusiones de sangre de las que se tiene constancia se practicaron en Italia en 1628, pero murieron tantas personas a causa de las reacciones que el procedimiento quedó prohibido, no sólo en Italia sino también en Francia e Inglaterra. Aunque se hicieron algunas transfusiones experimentales con sangre de cordero, entre las que destacan las del médico inglés Richard Lower hacia 1660, los resultados no fueron mejores, y la idea quedó descartada durante un par de siglos. Las transfusiones de sangre humana comenzaron de nuevo a mediados del siglo xix, para combatir las hemorragias, muchas veces fatales, que se producían en los partos; en 1875 había constancia de 347 transfusiones. Pero muchas pacientes seguían sufriendo las consecuencias, a veces fatales, de una mala reacción a la sangre transfundida.

Por entonces, los científicos estaban empezando a descubrir las diferencias entre tipos sanguíneos, causantes del problema. La mecánica de la reacción entre un tipo de sangre y otro la descubrió el fisiólogo francés Léonard Lalois en 1875, después de mezclar sangre de animales de diferentes especies. Observó que las células sanguíneas se aglutinaban y muchas veces reventaban. Pero fue el biólogo Karl Landsteiner, en 1900, el que averiguó lo que estaba pasando y descubrió el primer sistema de grupos sanguíneos humanos, que dividía a la gente en cuatro grupos: A, B, AB y 0. Cuando la sangre de un donante es del mismo grupo que la del paciente que recibe la transfusión, no hay reacción negativa; pero si los grupos no concuerdan,

las células forman grumos y se rompen, provocando una grave reacción. Existen algunos indicios históricos de que los incas de América del Sur practicaron transfusiones con éxito. Dado que ahora sabemos que casi todos los sudamericanos nativos tienen el mismo grupo sanguíneo (el grupo 0), es posible que las transfusiones de los incas entrañaran mucho menos peligro que los intentos realizados en Europa, porque existían muchas posibilidades de que el donante y el receptor pertenecieran al grupo 0 y sus sangres concordaran perfectamente.

A diferencia de la complicada genética que gobierna la herencia del pelo, que aún no se conoce plenamente, las normas para la herencia de los grupos sanguíneos ABO resultaron ser muy simples. Y precisamente porque la genética era tan directa y se podía seguir con facilidad de padres a hijos, los grupos sanguíneos se utilizaron con frecuencia en casos de paternidad dudosa, hasta hace poco, cuando quedaron eclipsados por la precisión mucho mayor de los indicadores genéticos. Su importancia para la historia que cuenta este libro radica en que los grupos sanguíneos fueron los primeros en situar a la genética en el escenario mundial de la evolución humana. Para rememorar este debut tendremos que remontarnos a la Primera Guerra Mundial y a un trabajo científico presentado ante la Sociedad Médica de Salónica el 5 de junio de 1918. Al año siguiente, fue traducido y publicado en la principal revista médica británica, *The Lancet,* con el título de «Serological differences between the blood of different races: The results of research on the Macedonian Front» (Diferencias serológicas entre la sangre de diferentes razas: resultados de una investigación en el frente macedonio). Para que se hagan una idea de la clase de cosas que publicaba *The Lancet* en aquellos tiempos, sepan que el artículo iba intercalado entre una conferencia del eminente cirujano sir John Bland-Sutton sobre el tercer párpado de los reptiles y un comunicado del Ministerio de la Guerra anunciando que las enfermeras citadas en los informes por su trabajo en Egipto y Francia recibirían en breve un certificado del rey manifestando su reconocimiento.

Los autores del artículo sobre los grupos sanguíneos eran un

equipo formado por marido y mujer, Ludwik y Hanka Herschfeld, que trabajaban en el laboratorio central de análisis de grupos sanguíneos del Ejército Real de Serbia, que formaba parte de las fuerzas aliadas que luchaban contra los alemanes. La Primera Guerra Mundial influyó mucho en la aplicación de criterios modernos en las transfusiones de sangre. Antes de la guerra, era habitual que los médicos con un paciente necesitado de una transfusión analizaran la sangre de amigos y parientes hasta encontrar un donante con el grupo adecuado; a continuación, sangraban al donante y le transfundían inmediatamente la sangre al paciente. La gran demanda de transfusiones en los campos de batalla europeos obligó a buscar maneras de almacenar la sangre donada en bancos de sangre listos para su uso inmediato. A todos los soldados se les analizaba el grupo sanguíneo y el dato se incluía en su ficha, de manera que si necesitaban una transfusión urgente para tratar una herida grave recibida en el campo de batalla, se pudiera encontrar inmediatamente sangre compatible, del tipo adecuado, en el banco de sangre.

Ludwik Herschfeld ya había demostrado unos años atrás que los grupos sanguíneos A y B seguían las reglas genéticas básicas enunciadas por Gregor Mendel. No sabía qué pensar del grupo 0 y lo dejó aparte, aunque más tarde se demostró que obedecía las mismas reglas. Herschfeld vio en la guerra una oportunidad de descubrir más cosas sobre los grupos sanguíneos, y en particular cómo diferían en distintas partes del mundo. Los Aliados habían reclutado soldados de muchos países diferentes, y los Herschfeld se dedicaron a cotejar los datos sobre grupos sanguíneos de la mayor cantidad posible de nacionalidades. Era un trabajo ímprobo, pero resultaba más fácil durante la guerra que en tiempo de paz, cuando, según sus propias palabras, «habría precisado largos años de viajes». Por la evidente razón militar de que estaban en el otro bando, no disponían de los datos alemanes, y las cifras publicadas en *The Lancet* estaban «citadas de memoria».

Cuando los Herschfeld se pusieron a revisar los resultados de su trabajo, encontraron diferencias muy grandes en las frecuencias de los grupos sanguíneos A y B en los soldados de distintas «razas»,

como ellos las llamaban. Entre los europeos, la proporción era de aproximadamente un 15 por ciento del grupo B y un 40 por ciento del grupo A. La proporción de hombres con el grupo sanguíneo B era más alta en las tropas llegadas de África y Rusia, alcanzando un valor máximo del 50 por ciento en los regimientos del Ejército Indio que combatían junto a los británicos. A medida que aumentaba la proporción del grupo B, se daba el correspondiente descenso en la frecuencia del grupo A.

Al sacar sus conclusiones, los Herschfeld no se recataron de interpretar la importancia de sus resultados a lo grande. Decidieron que los seres humanos estaban divididos en dos «razas bioquímicas» diferentes, cada una con su propio origen: la raza A, con grupo sanguíneo A, y la raza B, con grupo sanguíneo B. Puesto que los indios presentaban la mayor frecuencia del grupo sanguíneo B, los Herschfeld llegaban a la conclusión de que «debemos considerar la India como la cuna de una parte de la humanidad». En cuanto a la propagación de los grupos sanguíneos y de las poblaciones, seguían diciendo que «tanto hacia el Este, hacia Indochina, como hacia el Oeste, emigró un intenso flujo de indios, que se fue aminorando con el tiempo, hasta llegar por fin a Europa occidental». No tenían muy claro el origen de la raza A, aunque pensaban que podía proceder de alguna zona del norte o centro de Europa. Ahora sabemos que sus conclusiones son completamente absurdas; pero demuestran que los genetistas, entonces igual que ahora, nunca se reprimen de hacer especulaciones grandiosas.

El principio básico de las inferencias evolutivas del trabajo sobre grupos sanguíneos de los Herschfeld era que las «razas» o «poblaciones» que tienen proporciones similares de los diferentes grupos sanguíneos tienen más probabilidades de compartir una historia común que las «razas» en las que las proporciones son muy diferentes. Esto suena a sentido común, y parece una explicación razonable de las similitudes observadas en los diferentes ejércitos europeos. Pero también hubo algunas sorpresas. Por ejemplo, las frecuencias de los grupos sanguíneos de los soldados de Madagascar y Rusia eran casi idénticas. ¿Significaba esto que los Herschfeld habían descubierto evidencias genéticas de una hasta entonces desconocida invasión de

Madagascar por los rusos, o tal vez de lo contrario, de una abrumadora colonización de Rusia por los malgaches? También estaban los senegaleses de África occidental, que se parecían a los rusos en su distribución de grupos sanguíneos casi tanto como los ingleses a los griegos, lo que parece un poco raro, por decirlo suavemente. Todo aquello se debía a que estaban trabajando con un solo sistema genético, el único que estaba a su alcance, y por eso sus análisis daban lugar a algunas comparaciones entre poblaciones que parecían muy razonables, y a otras que parecían decididamente raras.

En los años que siguieron a la Primera Guerra Mundial, al médico estadounidense William Boyd le tocó recopilar los abundantes datos sobre grupos sanguíneos procedentes de los centros de transfusión de todo el mundo. Al realizar esta tarea, observó una y otra vez inconsistencias como la de Rusia/Madagascar revelada en el trabajo original de los Herschfeld. De hecho, las encontró con tanta frecuencia que recomendó encarecidamente a los antropólogos que no hicieran caso de los grupos sanguíneos. Boyd citaba una carta de un corresponsal frustrado: «He intentado ver qué me podían decir los grupos sanguíneos sobre el hombre primitivo, y los resultados me han parecido muy decepcionantes.» Aun así, los fracasados intentos de explicar los orígenes humanos a partir de los grupos sanguíneos habían tenido sus compensaciones para el liberal Boyd: «En ciertas partes del mundo —escribió— a un individuo se le consideraría inferior si tuviera, por ejemplo, la piel oscura, pero en ninguna parte del mundo se le excluiría de la alta sociedad por poseer el gen para el grupo sanguíneo A.»

Después de la Segunda Guerra Mundial, el inglés Arthur Mourant tomó el relevo de William Boyd como recopilador de datos sobre grupos sanguíneos de todo el mundo. Mourant había nacido en Jersey, en las islas del Canal, y primero se había licenciado en Geología, pero había sido incapaz de hacer carrera con aquellos estudios. Su muy estricta formación metodista le había ocasionado considerables problemas emocionales, que decidió resolver convirtiéndose en psicoanalista. Para ello, decidió estudiar primero Medicina, e ingresó, a la relativamente tardía edad de 34 años, en la Facultad de Medicina de San Bartolomé, de Londres. Esto ocurría en 1939, justo

antes del estallido de la Segunda Guerra Mundial. Para evitar los bombardeos alemanes sobre la capital, la facultad de medicina se trasladó de Londres a Cambridge, y allí fue donde Mourant conoció a R. A. Fisher, el genetista más influyente de su época. Fisher había estado desentrañando la genética de los nuevos grupos sanguíneos que se iban descubriendo, y había quedado fascinado por la herencia, particularmente complicada, de uno de ellos: el grupo sanguíneo Rhesus. Este nuevo grupo había sido descubierto en 1940 por Karl Landsteiner y su colaborador Alexander Wiener, después de mezclar sangre humana con sangre de conejos a los que se les habían inyectado células del macaco rhesus (de ahí el nombre). Fisher había elaborado una complicada teoría para explicar la manera en que se transmitían de padres a hijos los diferentes subtipos del grupo, y esta teoría fue ferozmente atacada por Wiener, que había propuesto una explicación mucho más simple. Imagínense la alegría de Fisher cuando el recién llegado Arthur Mourant descubrió una familia de doce hermanos que aportaba la prueba práctica de su teoría. Fisher le consiguió inmediatamente un trabajo a Mourant, y el meticuloso Mourant se pasó el resto de su vida laboral recopilando e interpretando los mapas de distribución de frecuencias de grupos sanguíneos más detallados que jamás se han elaborado. Nunca llegó a hacerse psicoanalista.

Además de haber servido para conseguirle un trabajo a Mourant, los grupos sanguíneos Rhesus iban a desempeñar un papel protagonista en las ideas de la gente sobre los orígenes de los europeos modernos y en la identificación de la población genética más influyente del continente: los orgullosos e independientes vascos del nordeste de España y suroeste de Francia. Los vascos están unificados por su idioma común, el euskera, que es único en Europa, ya que no tiene conexión lingüística con ningún otro idioma vivo. Ya resulta bastante sorprendente que haya sobrevivido a la competencia de sus rivales modernos, el español castellano y el francés. Pero hace dos mil años, la desorganización de la administración imperial romana en aquella parte del imperio fue lo único que salvó al euskera de ser completamente tragado por el latín, como le ocurrió al extinto idioma ibero del este de España y sureste de Francia. Los vascos nos proporcionan una

valiosísima pista sobre la historia genética de toda Europa, como veremos más adelante en este libro, pero su elevación a una posición genética especial empezó cuando Mourant comenzó a estudiar atentamente los grupos sanguíneos Rhesus.

Casi todo el mundo ha oído hablar de los grupos sanguíneos Rhesus en relación con el «síndrome del niño azul» o «trastorno hemolítico del recién nacido», si queremos darle su título médico completo. Esta grave y a menudo fatal condición afecta al segundo embarazo (o posteriores) de las madres que son «Rhesus-negativas», es decir, que no poseen el antígeno Rhesus en la superficie de sus glóbulos rojos. Lo que ocurre es lo siguiente: cuando una madre Rhesus-negativa tiene un hijo de un padre Rhesus-positivo (cuyos glóbulos rojos sí que llevan el antígeno Rhesus), hay una elevada probabilidad de que el feto sea Rhesus-positivo. Esto no representa ningún problema para el primer hijo. Pero cuando este nace, algunos de sus glóbulos rojos pueden pasar a la circulación de la madre. El sistema inmunitario de la madre reconoce esas células, con su antígeno Rhesus, como extrañas, y comienza a fabricar anticuerpos contra ellas. Esto tampoco es un problema para la madre... hasta que queda embarazada de su siguiente hijo. Si también este feto es Rhesus-positivo, será atacado por los anticuerpos anti-Rhesus de la madre que pasan a través de la placenta. A veces, a los recién nacidos afectados de este modo, que se ponen azules debido a la falta de oxígeno en su sangre, se los podía salvar con una transfusión de sangre, pero este procedimiento era muy arriesgado. Afortunadamente, el «síndrome del niño azul» ya no constituye un problema clínico grave. Ahora, todas las madres Rhesus-negativas reciben una inyección de anticuerpos contra los glóbulos rojos Rhesus-positivos, de modo que si algunos de ellos pasan a la circulación de la madre durante el parto del primer hijo, serán eliminados antes de que el sistema inmunitario pueda encontrarlos y empiece a fabricar anticuerpos.

La importancia que tiene todo esto en el pensamiento sobre la prehistoria europea radica en que Mourant comprendió que tener dos grupos sanguíneos Rhesus en una misma población no tenía sentido evolutivo. Hasta los cálculos más simples indican que perder tantos

niños no constituye un arreglo estable. No habría problema si todo el mundo tuviera el mismo tipo Rhesus. No importaría que fuera positivo o negativo, con tal de que hubiera sólo uno u otro. Pero cuando hay cruces entre personas con diferentes tipos Rhesus, surgen estos graves problemas. En el pasado, antes de las transfusiones de sangre y de que se tratara con anticuerpos a las madres Rhesus-negativas, debieron de morir muchos niños a causa del trastorno hemolítico. Esto constituye una carga evolutiva muy pesada, y el resultado que cabría esperar de esta situación desequilibrada es que, con el tiempo, desapareciera uno u otro de los grupos sanguíneos Rhesus. Y esto es exactamente lo que ha ocurrido... en todas partes, excepto en Europa. Mientras que el resto del mundo es predominantemente Rhesus-positivo, Europa se caracteriza por tener una frecuencia casi igual de los dos tipos. Para Mourant, esto indicaba que la población de Europa era una mezcla que aún no había tenido tiempo de estabilizarse y eliminar uno u otro de los tipos Rhesus. Su explicación era que la Europa moderna tenía que ser una población híbrida relativamente reciente, formada por la mezcla de Rhesus-positivos llegados de Oriente Medio —que, probablemente, fueron los que trajeron la agricultura a Europa, a partir de hace unos ocho mil años— y de los descendientes de una población anterior de cazadores-recolectores Rhesus-negativos. Pero ¿quiénes eran estos Rhesus-negativos?

Mourant tropezó con la obra del antropólogo francés H. V. Vallois, que había descrito los esqueletos de vascos contemporáneos y afirmado que presentaban más rasgos en común con los fósiles humanos de hace unos veinte mil años que con los pueblos modernos de otras partes de Europa. Aunque las comparaciones de este tipo han quedado desacreditadas desde entonces, no cabe duda de que esto catalizó el pensamiento de Mourant. Ya se sabía que los vascos presentan, con gran diferencia, la mayor frecuencia del grupo sanguíneo B entre todos los grupos de población de Europa. ¿Podrían ser también ellos la antigua reserva de Rhesus-negativos? En 1947, Mourant organizó un encuentro con dos vascos que se encontraban en Londres intentando formar un gobierno provisional, y que se mostraron muy dispuestos a apoyar cualquier intento de demostrar que su identidad

genética es única. Como la mayoría de los vascos, habían apoyado a la Resistencia francesa y eran totalmente contrarios al régimen fascista de Franco en España. Los dos aportaron muestras de sangre y ambos resultaron ser Rhesus-negativos. Gracias a estos contactos, Mourant elaboró un fichero de vascos franceses y españoles, que, como él había esperado, presentaban una altísima frecuencia de Rhesus-negativos; de hecho, la más alta del mundo. Con estos datos, Mourant llegó a la conclusión de que los vascos eran descendientes de los habitantes originales de Europa, mientras que todos los demás europeos eran una mezcla de los originales con pueblos llegados más recientemente, que él pensaba que fueron los primeros agricultores procedentes de Oriente Medio.

Desde aquel momento, los vascos asumieron el estatus de población con la que había que cotejar —y en gran medida, todavía se cotejan— todas las ideas acerca de la prehistoria europea. El hecho de que sólo ellos, entre todos los europeos occidentales, hablaran un idioma único en Europa, que no pertenece a la familia indoeuropea que abarca todos los demás idiomas de Europa occidental, no hacía sino realzar su posición especial.

El siguiente salto adelante se produjo gracias a la amalgama matemática de la enorme cantidad de datos, acumulados durante décadas de investigación, sobre sistemas individuales como los diferentes grupos sanguíneos. Este logro fue obra del hombre que ha dominado este campo durante los últimos treinta años: Luigi Luca Cavalli-Sforza, a quien volveremos a encontrar más adelante. Cavalli-Sforza, en colaboración con el estadístico de Cambridge Anthony Edwards, consiguió realizar dicha amalgama utilizando las primeras computadoras de tarjetas perforadas. Sacando la media de varios sistemas genéticos a la vez, consiguieron eliminar la mayoría de las extravagantes y chocantes conclusiones que habían desacreditado a las aplicaciones antropológicas de los grupos sanguíneos cuando se estudiaban uno a uno. El inconveniente de utilizar un solo sistema consistía en que dos poblaciones, como los rusos y los malgaches, podían presentar la misma frecuencia génica por pura casualidad y no porque tuvieran un linaje común. Si se comparaban varios

genes, era mucho menos probable que sucediera esto, porque el impacto de un resultado desorientador en uno de ellos quedaba diluido por el efecto de los otros. Se acabaron las invasiones de Madagascar por los rusos. No obstante, el principio básico seguía siendo el mismo. En sentido evolutivo, lo más probable era que las poblaciones con frecuencias génicas similares estuvieran más emparentadas entre sí que con las poblaciones que presentaran frecuencias génicas muy diferentes.

Anthony Edwards explicó sus ideas en un ingenioso artículo publicado en el *New Scientist* en 1965. En él imagina una tribu que lleva siempre un mástil en el que hay ensartados cien discos, que pueden ser blancos o negros. Cada año se elige al azar un disco y se sustituye por otro del otro color. Cuando la tribu se divide en dos, cada grupo se lleva una copia del mástil con los discos en el orden actual. Al año siguiente, los dos grupos hacen un cambio de discos al azar. Un año después, hacen otro cambio, y al año siguiente otro, y así mantienen la costumbre de cambiar cada año un disco al azar. Como los cambios se hacen completamente al azar, el orden de los discos en los dos mástiles va siendo cada vez más diferente a cada año que pasa. De esto se deduce que si comparásemos los mástiles de las dos tribus, podríamos calcular —en sentido relativo— cuánto tiempo hace que los dos grupos se separaron, basándonos en las diferencias de ordenación de los discos blancos y negros. Sería muy difícil precisar una fecha absoluta tan sólo a partir de los datos de frecuencias génicas, pero la separación relativa entre las dos tribus, conocida como *distancia genética,* es una buena medida de su origen común. Cuanto mayor sea la distancia genética que las separa, más tiempo hace que se escindieron.

Era una ingeniosa imagen del proceso de cambio genético llamado *deriva genética,* provocado por la supervivencia y la extinción de genes al azar, al transmitirse de una generación a otra. Este proceso da lugar a diferencias cada vez mayores en las frecuencias génicas, a medida que pasa el tiempo. Como ocurría con el orden de los discos en la analogía de Edwards, las frecuencias génicas se pueden utilizar para seguir hacia atrás la pista de dos grupos de personas y calcular cuánto tiempo hace que formaban una única población. Estos grupos podrían

ser aldeas, tribus o poblaciones enteras, y no hay límite al número de grupos que se pueden analizar de este modo. Si lo aplicamos al mundo entero, el resultado es un esquema como el de la Figura 1.

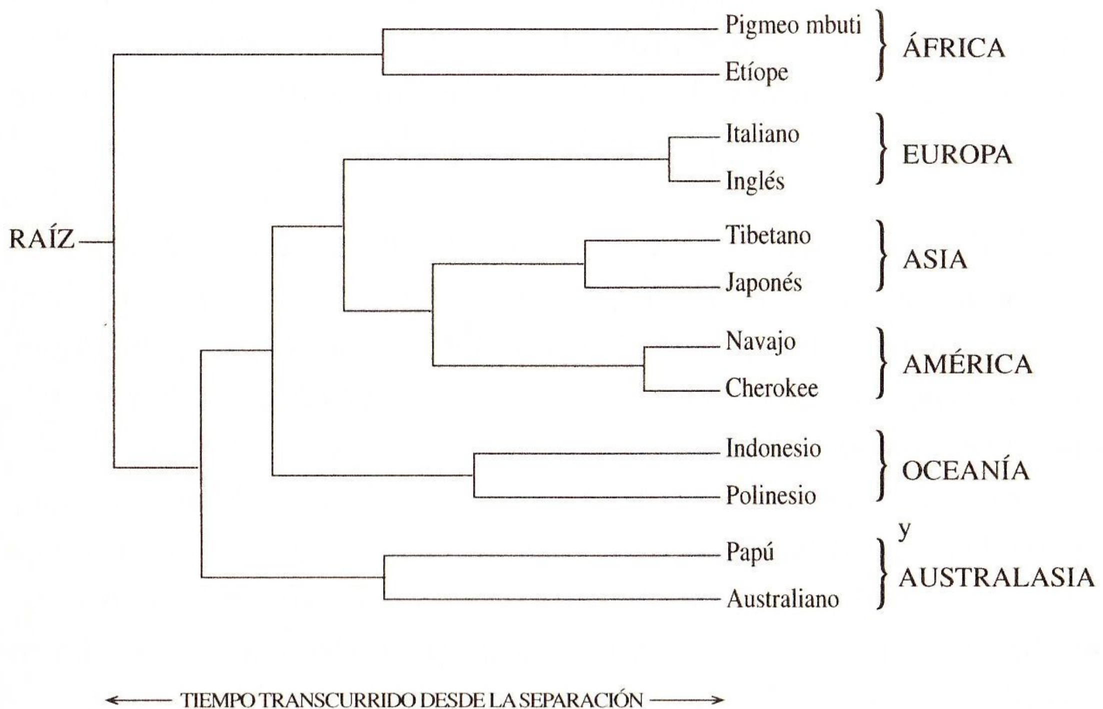


Figura 1

A la derecha tenemos varias «poblaciones» (he escogido dos ejemplos de cada continente) y abajo el eje temporal de la distancia genética. Esto es lo que se llama un árbol de poblaciones, en el que las líneas indican, de izquierda a derecha, el orden en el que se supone que evolucionaron las «poblaciones» y se separaron unas de otras, reconstruido a partir de las frecuencias asimiladas de muchos genes diferentes. A primera vista, muchos de los agrupamientos parecen bastante lógicos. Las dos poblaciones europeas, los ingleses y los italianos, están bastante cerca una de otra, en dos «ramas» cortas del árbol. Las dos tribus americanas están conectadas con sus parientes más próximos de Asia, como sería de esperar si es cierto que los primeros americanos cruzaron el puente de tierra de Bering para pasar de Siberia a Alaska. Las dos poblaciones de África ocupan una rama diferente de las del resto del mundo, indicando correctamente la gran antigüedad de dicho

continente, cuna de la evolución humana. Este árbol es mucho más creíble que el que se podría construir a partir de los datos de grupos sanguíneos de la Primera Guerra Mundial, que, además de asociar a Rusia con Madagascar, omitía por completo la importancia de África. La razón de todo esto, como ya hemos dicho antes, es que las curiosidades que surgen por casualidad en un único sistema, como el de los grupos sanguíneos ABO, quedan compensadas al amalgamar los resultados de varios genes diferentes.

Edwards reconocía que «desde luego, los árboles evolutivos resultantes no dirán la última palabra sobre evolución humana», y ofrecía sus esquemas como una manera de presentar la información genética en forma fácil de comprender. Lamentablemente, los primeros árboles de poblaciones elaborados con esta admirable y modesta intención fueron interpretados de manera exagerada y se convirtieron en una fuente de conflictos. Esto ocurrió por varios motivos, y uno de ellos fue, simplemente, su aspecto. La verdad es que parecen auténticos árboles evolutivos, y muchas veces se han presentado como si fueran exactamente eso. Pero sólo podrían ser auténticos árboles evolutivos si la evolución humana hubiera consistido realmente en una serie de escisiones de poblaciones, siguiendo la pauta de las escisiones que Edwards explica en su metáfora de las tribus con sus mástiles y sus discos. En ese caso, y sólo en ese caso, los nodos del árbol —los puntos en los que divergen dos líneas— representarían una entidad real. Estas serían las poblaciones que existían antes de las escisiones, las protopoblaciones. Pero ¿fue eso lo que ocurrió realmente en la evolución humana? En la parte europea del árbol, por ejemplo, ¿existió alguna vez una protopoblación angloitaliana que se dividió para nunca más volver a juntarse, dando origen a los modernos habitantes de Inglaterra e Italia? Podría haber sido así si los ingleses y los italianos se hubieran convertido en dos especies diferentes nada más escindirse, y nunca hubieran podido volverse a cruzar. Pero sí que pueden cruzarse, y lo hacen, y siempre lo han hecho. Como comprobaremos más adelante en este libro, los seres humanos no evolucionaron de ese modo.

Posiblemente, la objeción más seria a estos árboles es que su

construcción exige que las cosas que aparecen en los extremos de las ramas, las poblaciones, estén definidas objetivamente. Este proceso, por su propia naturaleza, divide a la gente en grupos que pueden tender a perpetuar las clasificaciones raciales. Asigna una especie de número genético general a algo que en realidad no existe. Desde luego que hay *gente* que vive en Japón, o en el Tíbet, pero hablar de *la población* del Tíbet o de Japón, tomada en conjunto, no tiene sentido genético. Tal como demostrará este libro, las razas objetivamente definidas no existen. Incluso Arthur Mourant era consciente de esto hace casi cincuenta años, cuando escribió: «Más bien, el estudio de los grupos sanguíneos revela heterogeneidades hasta en la nación más orgullosa, y da fuerza al concepto de que las razas actuales no son más que integraciones temporales en el constante proceso de [...] mezcla que caracteriza la historia de toda especie viva.» La tentación de clasificar la especie humana en categorías que no tienen base objetiva es una consecuencia inevitable pero lamentable del sistema de frecuencias génicas cuando se lleva demasiado lejos. Durante varios años, el estudio de la genética humana quedó empantanado en la ciénaga intelectualmente estéril (y moralmente peligrosa) de construir clasificaciones cada vez más detalladas de los grupos de población humanos.

Afortunadamente, existía una salida de este callejón. El gran avance se produjo con la publicación de un artículo científico en *Nature,* en enero de 1987, escrito por un veterano bioquímico evolutivo estadounidense, el difunto Alian Wilson, y dos de sus colaboradores, Rebecca Cann y Mark Stoneking. Se titulaba «Mitochondrial DNA and human evolution» («El ADN mitocondrial y la evolución humana»). El motivo central de este artículo era un esquema que presenta una semejanza superficial con los árboles que acabo de criticar. He reproducido una pequeña parte en la Figura 2, con sólo dieciséis individuos en lugar de los 134 del artículo original.

Se trata, efectivamente, de un árbol evolutivo. Pero esta vez el esquema significa algo. A la derecha del árbol, los símbolos de los extremos de las hojas no representan poblaciones, sino los dieciséis *individuos* que yo he seleccionado para ilustrar esta cuestión; dieciséis personas de cuatro partes distintas del mundo: África, Asia, Europa y Papua-Nueva Guinea.

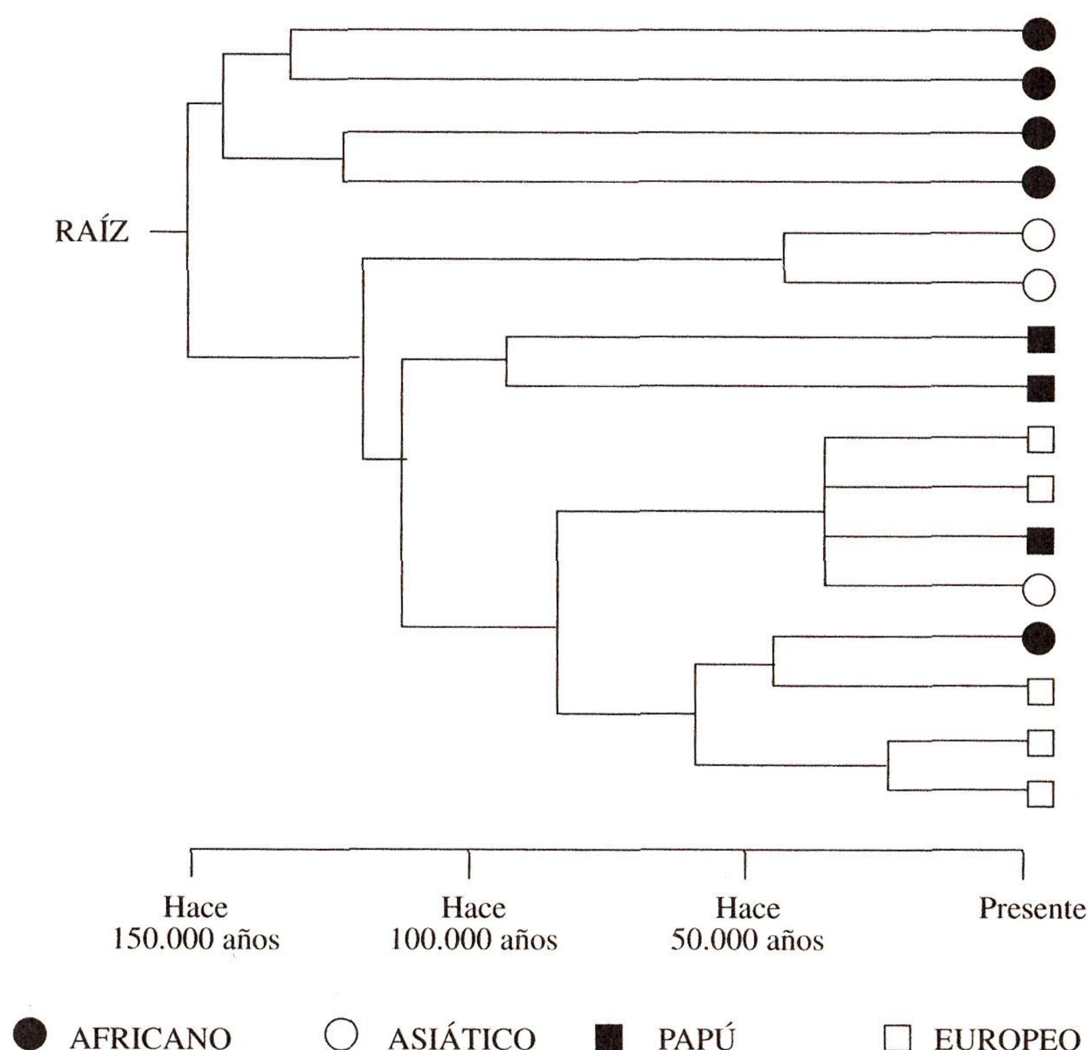


Figura 2

La primera ventaja sobre los otros árboles es que, a diferencia de lo que ocurre con *las poblaciones*, no hay discusión posible sobre si *las personas* existen o no. Está claro que existen. La otra ventaja es que los nodos del árbol corresponden también a personas reales, y no a conceptos hipotéticos como «protopoblación». Representan a los últimos antepasados comunes de las dos personas que se ramifican en ese punto. Las líneas que conectan a las dieciséis personas del gráfico reflejan diferencias genéticas entre ellas, en un gen muy especial, el ADN mitocondrial, cuyas insólitas y útiles propiedades daré a conocer dentro de poco. Por razones que explicaré en el próximo capítulo, si dos personas tienen ADNs mitocondriales muy similares, es que tienen un parentesco más cercano —con respecto a este gen— que dos personas con ADNs mitocondriales muy di-

ferentes. Tienen un antepasado común que vivió en un pasado más reciente, y por eso en el gráfico están conectadas por ramas más cortas. Las personas con ADNs mitocondriales muy diferentes tienen un antepasado común más remoto, y por eso están conectadas por ramas más largas.

Para ver cómo funciona esto podemos recurrir otra vez a la metáfora de la tribu con su mástil y sus discos blancos y negros. Pero esta vez, el mástil es el ADN mitocondrial, y la tribu que se escinde en dos es una sola persona que tiene dos hijos. Los dos hijos heredan el mismo ADN mitocondrial, el equivalente genético de la misma pauta de discos en el mástil. Cuando tienen hijos propios, les transmiten a estos el ADN mitocondrial, y así sigue ocurriendo generación tras generación. Muy de vez en cuando, en el ADN mitocondrial se producen cambios casuales, llamados mutaciones, que lo alteran un poquito cada vez. Estos cambios se producen al azar cuando se copia el ADN al dividirse las células. Con el paso del tiempo, el ADN va acumulando cada vez más cambios, que se conservan y se transmiten a las siguientes generaciones. Muy poco a poco, el ADN mitocondrial de los descendientes de aquel primer individuo, su antepasado común, se va diferenciando cada vez más, debido a la aparición de más mutaciones al azar.

Las líneas del árbol de la Figura 2 son reconstrucciones del parentesco entre estas dieciséis personas, elaboradas a partir de las diferencias en su ADN mitocondrial, cuya naturaleza exacta examinaremos dentro de poco. Pero por el momento, concentrémonos en el árbol mismo. El tronco de arriba tiene cuatro africanos en las puntas; el otro tronco incluye individuos del resto del mundo *y* un africano más. En el tronco del «resto del mundo», algunas ramas cercanas conectan personas de la misma parte del mundo, como los asiáticos y papúes en la parte de arriba y los europeos en la de abajo. Pero a veces también conectan a individuos de diferentes zonas, como ocurre con la rama que hay cerca del centro, que conecta a un papú con un asiático y dos europeos. ¿Qué está pasando aquí? La profunda brecha entre el «tronco» exclusivamente africano y el del resto del mundo es otra confirmación de la antigüedad de África que también se refleja en los árboles de poblaciones. La confusión existente en el tronco del «resto del mundo» es una confirmación exacta de lo que pensaba Arthur Mourant. Es «la

mezcla que caracteriza la historia de toda especie viva». No es de extrañar, por lo tanto, que este esquema arrojara un gran cubo de agua fría sobre el trabajo de los *aficionados* a los árboles de poblaciones. Demuestra que por todas partes aparecen individuos genéticamente emparentados, hasta en las poblaciones menos indicadas. Si dentro de una población hay individuos cuyos parientes más próximos están en otra población, ya no se puede sostener la idea básica de que una población es una unidad biológica y genética separada.

Además, como veremos con detalle más adelante, utilizando el proceso de mutación que acabo de describir, se puede calcular la tasa de cambio del ADN mitocondrial a lo largo del tiempo. Esto significa que se pueden calcular los períodos de tiempo transcurridos. Cuando hacemos esto, todas las ramas y los troncos convergen en un único punto, la «raíz» del árbol, situado unos 150.000 años atrás. Esto tiene que significar que el conjunto de la especie humana es mucho más joven y tiene un parentesco mucho más cercano de lo que mucha gente creía.

El impacto de «Mitochondrial DNA and human evolution» fue espectacular. Vino a apoyar decididamente a uno de los bandos del debate sobre una cuestión fundamental de la evolución humana. Durante muchos años se había mantenido un intenso y polarizado debate acerca del origen de los humanos modernos, basado en diferentes interpretaciones de los esqueletos fósiles, y sobre todo de los cráneos. Las dos partes estaban de acuerdo en que el *Homo sapiens* moderno, la especie a la que todos pertenecemos, se originó en África. También estaban de acuerdo en que un tipo humano anterior, llamado *Homo erectus,* era un paso evolutivo intermedio entre nosotros y otros fósiles mucho más antiguos y simiescos. El *Homo erectus* apareció por primera vez en África hace unos dos millones de años, y un millón de años después, y tal vez antes, ya se había propagado hasta las partes más cálidas del Viejo Mundo. Se han encontrado fósiles de *Homo erectus* desde Europa hasta China e Indonesia.

En todo esto estaban y siguen estando de acuerdo las dos partes del debate. Lo que discutían era si hubo o no una expansión mucho más reciente de humanos modernos procedentes de África. La escuela «Venidos de África» cree que sí la hubo, hace unos 100.000 años, y que

estos nuevos humanos, pertenecientes ya a nuestra especie, *Homo sapiens,* sustituyeron por completo a los *Homo erectus* en todo su campo de distribución. La escuela contraria, los multirregionalistas, ve en los fósiles indicios que sugieren que el *Homo sapiens* evolucionó directamente de las poblaciones locales de *Homo erectus.* Esto significaría que los chinos modernos, por ejemplo, descienden directamente del *Homo erectus* chino, y que los europeos modernos evolucionaron de manera similar a partir del *Homo erectus* europeo, en lugar de ser todos descendientes de unos *Homo sapiens* que migraron desde África. Según la hipótesis multirregional, un europeo moderno y un chino moderno habrían tenido su último antepasado común hace por lo menos un millón de años, mientras que según la hipótesis «Venidos de África», el antepasado común sería mucho más reciente.

Lo que hizo el árbol genético mitocondrial fue introducir por primera vez en la ecuación una medida objetiva del tiempo. Demostraba con toda claridad que el antepasado mitocondrial común de *todos* los humanos modernos vivió hace sólo 150.000 años. Esto encajaba perfectamente con la teoría «Venidos de África», y fue acogido con entusiasmo por sus partidarios. Pero representó un duro golpe para los multirregionalistas. Si todos los humanos modernos tuvieron un antepasado común hace tan sólo 150.000 años, no es posible que hayan evolucionado en diferentes partes del mundo a partir de poblaciones locales de *Homo erectus* que ya estaban allí desde hacía más de un millón de años. Aunque los multirregionalistas, que al fin y al cabo son humanos modernos, se han negado a aceptar la derrota, el árbol genético mitocondrial asestó a su teoría un terrible golpe, del que todavía no se ha recuperado.

Para nosotros fue una excelente noticia. Esta controversia catapultó al ADN mitocondrial a su actual posición como principal intérprete molecular del pasado humano. Seguro que se multiplicarían las investigaciones en laboratorios de todo el mundo. Y eso significaba que habría montañas de datos que podríamos comparar con nuestros resultados. Si queríamos situar los resultados de nuestros viejos huesos en un contexto moderno, lo mejor que podíamos hacer era utilizar ADN mitocondrial.

4

El mensajero especial

Las mitocondrias son estructuras diminutas que existen dentro de todas las células. No están en el núcleo de la célula, ese saquito central que contiene los cromosomas, sino fuera de él, en lo que se llama citoplasma. Su función consiste en ayudar a las células a utilizar el oxígeno para producir energía. Cuanto más vigorosa es la célula, más energía necesita y más mitocondrias contiene. Las células de tejidos activos, como el muscular, el nervioso y el cerebral, contienen hasta mil mitocondrias cada una.

Cada mitocondria está rodeada por una membrana. En esta membrana, ordenadas en una complicada estructura, están todas las enzimas necesarias para la fase final del metabolismo aerobio. Esta es la parte en la que el combustible que ingerimos en forma de alimento se quema en un mar de oxígeno. No hay llamas, y todo el oxígeno está disuelto, pero es un acto de combustión comparable a lo que ocurre en una estufa de gas o en el motor de un coche. El combustible y el oxígeno se combinan para producir energía. Las estufas y los motores desprenden su energía en forma de calor y luz. Las mitocondrias no desprenden luz cuando queman su combustible, aunque sí que se calientan; en parte, el calor desprendido por las mitocondrias nos mantiene calientes. Sin embargo, el principal producto es una molécula de alta energía llamada ATP, que el cuerpo utiliza para mantener en marcha prácticamente todo, desde la contracción de los músculos del corazón hasta los nervios de la retina que están leyendo esta página, sin olvidar las células del cerebro que la interpretan.

Sepultado en el centro de cada mitocondria hay un minúsculo fragmento de ADN, un minicromosoma de sólo 16.500 bases de longitud. Es una cantidad ínfima, en comparación con el total de tres mil millones de bases que tienen los cromosomas del núcleo. El hallazgo de ADN en las mitocondrias provocó una enorme sorpresa. Y además, se trataba de un material muy curioso. Para empezar, la doble hélice de este ADN formaba un círculo. Las bacterias y otros microorganismos tienen cromosomas circulares, pero los organismos pluricelulares complejos no, y mucho menos los humanos. La siguiente sorpresa fue que el código genético del ADN mitocondrial es ligeramente diferente del que se utiliza en los cromosomas del núcleo. Los genes mitocondriales contienen el código de las enzimas captadoras de oxígeno que hacen el trabajo en las mitocondrias. Sin embargo, muchos genes que regulan el funcionamiento de las mitocondrias están firmemente integrados en los cromosomas del núcleo.

¿Cómo ha llegado a ocurrir todo esto? La explicación actual es asombrosa. Se cree que las mitocondrias fueron en otro tiempo bacterias de vida libre, y que hace cientos de millones de años invadieron células más avanzadas y se quedaron en ellas como residentes. Se las podría llamar parásitos, pero también se podría decir que su relación con las células es simbiótica, ya que tanto las células como las mitocondrias hacen algo por la otra. Las células obtienen una gran ventaja al poder utilizar oxígeno. Con la misma cantidad de combustible, una célula puede producir mucho más ATP de alta energía si utiliza oxígeno que si no lo utiliza. Por su parte, la mitocondria, evidentemente, encontró mucho más confortable la vida dentro de la célula que fuera. Muy poco a poco, a lo largo de millones de años, algunos de los genes mitocondriales se transfirieron al núcleo, y allí se quedaron. Esto significa que ahora las mitocondrias están atrapadas dentro de las células y no podrían regresar al mundo exterior aunque quisieran hacerlo. Han quedado genéticamente institucionalizadas. Aún ahora se pueden observar rastros de transferencias de genes de las mitocondrias al núcleo, que no salieron bien. Los cromosomas nucleares están plagados de fragmentos rotos de genes mitocondriales que pasaron al núcleo en el

curso de la evolución. No sirven para nada, porque no están intactos. Ahí se han quedado, como fósiles moleculares, un simple recordatorio de transferencias fallidas del pasado.

Hay una cosa más que es exclusiva de las mitocondrias. A diferencia del ADN de los cromosomas del núcleo, que se hereda de los dos progenitores, las mitocondrias sólo se heredan de uno de ellos: la madre. El citoplasma de un óvulo humano está repleto: un cuarto de millón de mitocondrias. En comparación, los espermatozoides tienen muy pocas mitocondrias, sólo las suficientes para aportar la energía necesaria para nadar útero arriba hasta llegar al óvulo. Cuando el espermatozoide triunfador penetra en el óvulo para entregar su paquete de cromosomas nucleares, sus mitocondrias ya no le sirven de nada, y se desprende de ellas junto con la cola. En el óvulo sólo penetra la cabeza del espermatozoide con su paquete de ADN nuclear. El hinchado óvulo fecundado tiene ahora ADN nuclear del padre y de la madre, pero sus únicas mitocondrias son las que ya estaban en el citoplasma, y todas proceden de la madre. Por esta sencilla razón, el ADN mitocondrial se hereda siempre por vía materna.

El óvulo fecundado se divide una y otra vez, formando primero un embrión y después un feto, que se transforma en un recién nacido y, con el tiempo, en un adulto. Durante todo este proceso, las únicas mitocondrias que aparecen son copias de las originales que había en el óvulo de la madre. Aunque tanto los varones como las hembras tienen mitocondrias en todas sus células, sólo las mujeres transmiten las suyas a su descendencia, porque sólo las mujeres producen óvulos. Los padres transmiten su ADN nuclear a la siguiente generación, pero su ADN mitocondrial no llega hasta ahí.

Los cambios en el ADN, tanto en las mitocondrias como en el núcleo, se producen espontáneamente a consecuencia de simples errores durante el proceso de copia que acompaña a la división celular. Las células disponen de mecanismos de comprobación de errores que corrigen casi todos los fallos, pero unos pocos escapan a la vigilancia y salen adelante. Si estas mutaciones tienen lugar en las células que después producirán óvulos o espermatozoides —las llamadas *células ger-*

mínales—, pueden transmitirse a la siguiente generación. Las mutaciones que se producen en las demás células del cuerpo —las llamadas *células somáticas,* que no van a engendrar células de la línea germinal— no se transmiten. Casi todas las mutaciones del ADN carecen de efectos. Sólo muy de vez en cuando, cuando afectan a un gen particularmente importante y lo incapacitan, se notan los efectos de las mutaciones. En los peores casos, estas mutaciones pueden provocar graves enfermedades genéticas —veremos algunas en un capítulo posterior—, pero la mayoría de las veces son inofensivas.

La frecuencia con que se producen mutaciones en el ADN nuclear es sumamente baja: aproximadamente, en cada división celular sólo muta una base de cada mil millones. Las mitocondrias, en cambio, no están tan alerta para detectar errores, y permiten veinte veces más mutaciones. Esto significa que en el ADN mitocondrial se encuentran muchos más cambios que en un segmento equivalente de ADN nuclear. En otras palabras, el «reloj molecular» que nos permite calcular el paso del tiempo a través del ADN funciona mucho más deprisa en las mitocondrias que en el núcleo. Esto convierte a las mitocondrias en un instrumento muy atractivo para investigar la evolución humana. Si la tasa de mutación fuera muy lenta, habría demasiadas personas con exactamente el mismo ADN mitocondrial, y no dispondríamos de la variedad suficiente para saber gran cosa acerca de los cambios ocurridos con el tiempo.

Y todavía hay una ventaja más. Aunque las mutaciones se pueden dar en todo el círculo del ADN mitocondrial, y fue el círculo completo lo que utilizaron Alian Wilson y sus colaboradores en «Mitochondrial DNA and human evolution», hay un corto segmento de este ADN donde las mutaciones son especialmente frecuentes. Esta sección, de unas quinientas bases de longitud, recibe el nombre de *región de control.* Ha podido acumular tantas mutaciones porque, a diferencia del resto del ADN mitocondrial, no contiene códigos para nada en particular. Si los tuviera, muchas de las mutaciones afectarían al funcionamiento de las enzimas mitocondriales. Esto sucede a veces, cuando las mutaciones afectan a otras partes del ADN mitocondrial, fuera de la sección de control; algunas enfermedades neuroló-

gicas raras están causadas por mutaciones en genes que estropean partes imprescindibles de la maquinaria mitocondrial. Al estar dañadas, estas mitocondrias no sobreviven bien, y es raro que se transmitan de una generación a otra. Así pues, estas mutaciones se extinguen poco a poco. En cambio, las mutaciones en la región de control no se eliminan, precisamente porque la región de control no tiene una función específica. Son mutaciones neutras. Parece que este segmento de ADN tiene que estar ahí para que las mitocondrias se dividan como es debido, pero que su secuencia exacta no tiene mucha importancia.

Así pues, aquí teníamos la situación perfecta para nuestra investigación: un segmento corto de ADN que está repleto de mutaciones neutras. Resultaría mucho más rápido y más barato leer la secuencia de la región de control, que sólo tiene quinientas bases, que toda la secuencia del ADN mitocondrial, con más de 16.000 bases. Pero ¿sería la región de control lo bastante estable como para resultar útil en un estudio de la evolución humana? Si la región de control estuviera mutando a gran velocidad, hacia delante y hacia atrás, resultaría sumamente difícil encontrar pautas consistentes en el curso de períodos de tiempo largos. Ya sabíamos, gracias al trabajo de Alian Wilson, que si queríamos profundizar en la historia genética de nuestra especie, *Homo sapiens,* utilizando el ADN mitocondrial, tendríamos que abarcar por lo menos 150.000 años de evolución humana, unas 6.000 generaciones a 25 años por generación. Si la tasa de mutación en la región de control fuera demasiado frenética o errática, al cabo de unas cuantas generaciones resultaría muy difícil, si no imposible, distinguir las señales importantes de los cambios irrelevantes e incidentales. Necesitábamos una manera de verificar esto antes de embarcarnos en la larga y costosa empresa de un estudio a gran escala de las poblaciones humanas. ¿Cuál sería la mejor manera de hacerlo?

Lo ideal sería encontrar un gran número de personas vivas de las que se pudiera demostrar que descendían por línea materna de una única mujer. Durante mis estudios médico-genéticos sobre enfermedades hereditarias de los huesos, había trabajado con varias familias grandes, así que volví a sacar los gráficos en los que había registra-

do sus genealogías. Aunque abarcaban varias generaciones, había un número deprimentemente bajo de líneas maternas continuas que conectaran a los miembros vivos de las familias. Podía recurrir a las propias familias para que me ayudaran a localizar parientes que no estuvieran incluidos en las tablas; pero se tardaría mucho tiempo. Aun así, no parecía haber otra solución, así que empecé a buscar sus nombres y direcciones. Aquella noche, durante el largo viaje de regreso a casa, mientras estaba pensando en otra cosa, experimenté uno de esos raros momentos en los que una idea llega de repente desde los recovecos de la mente, Dios sabe cómo, y sabes en un milisegundo que es la respuesta a tu problema, aunque no hayas tenido tiempo de razonar el por qué. De pronto me acordé del hámster dorado.

Cuando yo era pequeño, leí en una enciclopedia infantil que todos los hámsteres domésticos del mundo eran descendientes de una misma hembra. Estoy dispuesto a jurar que no había vuelto a pensar en ello en varias décadas. Y sin embargo, la idea salía a la superficie precisamente ahora. Recuerdo que, en su momento, pensé que aquello no podía ser posible. Pero ¿y si lo fuera? Esa sería la manera ideal de comprobar la estabilidad de la región de control. Todos los hámsteres del mundo tendrían una línea materna que se remontaría directamente a esa «Madre de Todos los Hámsteres». Por lo tanto, habrían heredado también de ella el ADN mitocondrial, ya que en los hámsteres se transmite por línea femenina igual que en los humanos. Lo único que tenía que hacer era recolectar ADN de un conjunto de hámsteres vivos y comparar las secuencias de sus regiones de control. No necesitaba tener linajes precisos, porque si era verdad que todo había partido de una única hembra, todos tenían que remontarse a ella. Si la región de control era lo bastante estable como para resultarnos útil, su secuencia sería la misma, o muy similar, en todos los hámsteres vivos.

Le pedí a Chris Tomkins, un estudiante con mucha iniciativa que en el verano de 1990 acababa de empezar en mi laboratorio su proyecto de fin de carrera en genética, que viera qué podía averiguar sobre el hámster dorado. Lo primero que descubrió fue que, hablando en términos estrictos, no se llaman hámsteres dorados sino háms-

teres de Siria. Chris fue a la biblioteca pública de Oxford y volvió con buenas noticias: había descubierto que existía un Consejo Nacional del Hámster Sirio en Gran Bretaña. Llamó a la secretaría y al día siguiente nos pusimos en camino hacia una dirección de Ealing, en el oeste de Londres. Allí fuimos recibidos, no sin recelos, por el secretario del Club del Hámster Sirio en Gran Bretaña, Roy Robinson (lamentablemente, ya fallecido).

El difunto señor Robinson era un producto de una época ya pasada: un científico aficionado y autodidacta de gran distinción. Su mal iluminado despacho estaba repleto de libros sobre genética animal, muchos de ellos escritos por él mismo. Sacó su libro sobre el hámster sirio. Estaba mal de la vista, y aun con la ayuda de unas gafas muy gruesas tuvo que acercarse mucho el texto a la cara. Confirmó la historia que yo había leído de niño. Al parecer, en 1930, una expedición zoológica a los montes de la zona de Aleppo (ahora Halab), en el noroeste de Siria, había capturado cuatro curiosos roedores de color pardo-dorado, una hembra y tres machos, y los había llevado a la Universidad Hebrea de Jerusalén. Los mantuvieron juntos, y al poco tiempo la hembra quedó preñada y parió una carnada. Estaba claro que no iba a haber dificultades para que se reprodujeran en cautividad. La universidad empezó a distribuirlos en los institutos de investigación médica de todo el mundo, donde fueron bien acogidos como alternativa a las habituales ratas y ratones, aunque tenían sus inconvenientes como animales de laboratorio: sólo estaban activos por la noche, tenían mal carácter y tendían a morder a los que los manejaban (¡bien hecho!). El primer receptor fue el Consejo de Investigación Médica de Mili Hill, al norte de Londres, que cedió algunos al Zoo de Londres. En 1938 llegaron a Estados Unidos los primeros hámsteres dorados.

A veces, el personal de los laboratorios se lleva a casa animales de laboratorio que ya no son necesarios, y los mantiene como mascotas en lugar de matarlos. De este modo, los hámsteres se fueron extendiendo de un hogar a otro y, a medida que aumentaba su popularidad, los criadores comerciales los incorporaron a sus catálogos. Empezaron a formarse grupos de entusiastas de los hámsteres.

En 1947, en una colonia de cría apareció un hámster picazo, la primera de muchas variedades de color debidas a mutaciones espontáneas en los genes del color del pelaje, que se manifestó gracias a la endogamia de la colonia. No resultó difícil cruzar a los mutantes entre sí y producir una estirpe pura. Los criadores pusieron más empeño en encontrar nuevos colores del pelaje, y en los años siguientes se descubrieron muchos mutantes de este tipo y se establecieron estirpes puras: crema, canela, satinado, carey... Los hámsteres tenían mucha aceptación como mascotas, y la existencia de estirpes de diferentes colores hizo aumentar el interés. Así comenzó la explosión demográfica: en la actualidad hay en el mundo más de tres millones de hámsteres criados como mascotas.

El señor Robinson vivía en un viejo vivero hortícola, que cuando nosotros lo visitamos estaba en muy malas condiciones. Un largo terreno rectangular rodeado de tapias de bonito ladrillo antiguo contenía macizos de flores excesivamente crecidos y unos cuantos invernaderos con los cristales rajados y rotos. Había también dos grandes cobertizos, y el señor Robinson nos condujo al primero, situado a la izquierda, y abrió la puerta invitándonos a pasar. No dábamos crédito a nuestros ojos: en el interior había hileras y más hileras de jaulas, todas etiquetadas y numeradas, y en cada una vivía una familia de hámsteres. El señor Robinson había coleccionado una muestra de cada variedad de color producida hasta entonces, y las estaba cruzando para desentrañar la genética. Había hámsteres blanquísimos, hámsteres de color lila, hámsteres con el pelo corto y oscuro y hámsteres con el pelo largo y sedoso como una cabra de Angora. El señor Robinson tenía tanto prestigio en el mundo de los hámsteres sirios que cada vez que se descubría un nuevo mutante de pelaje se enviaba una pareja a Ealing. Estábamos contemplando la colección de referencia mundial. Como culminación, Robinson abrió una vieja lata de caramelos «Quality Street» y allí, cuidadosamente apiladas, estaban las pieles secas de los animales originales, que también se le habían enviado. Martin Richards, que había hecho el viaje con Chris y conmigo, quedó tan cautivado que se compró dos hámsteres en una tienda de Ealing antes de volver a casa. Los tuvo en su piso durante dos

años, hasta que fallecieron. Lo más importante para nuestros propósitos fue que nos llevamos unos cuantos pelos de cada estirpe de la colección del señor Robinson.

El señor Robinson nos facilitó también las direcciones de criadores de hámsteres y clubes de propietarios de todo el mundo, y Chris estaba a punto de escribirles para pedirles muestras de pelo cuando se nos ocurrió que aquello podía no salir bien. Ya habíamos descubierto que se necesitan muchos pelos para obtener el ADN. Los pelos de hámster son muy finos y tienden a romperse por encima de la raíz. Aunque a los animales no les importa que les arranquen unos cuantos pelos, era probable que se sintieran un poco molestos, y también sus propietarios, si pedíamos mechones grandes. Comprendimos que necesitábamos otra fuente de ADN. Entonces se nos ocurrió una idea que al principio parecía completamente disparatada. Sabíamos que la reacción de amplificación del ADN era exquisitamente sensible, y que por eso había funcionado con el ADN antiguo de los huesos arqueológicos. ¿Habría en los excrementos de los hámsteres suficientes células desprendidas de las paredes del intestino grueso? Sin duda, ni siquiera el propietario más celoso pondría inconvenientes a desprenderse de unos pocos excrementos por la causa de la ciencia. Pero ¿daría resultado? Sólo había una manera de averiguarlo. De modo que, a la mañana siguiente, Martin apareció con una cosecha fresca de los residentes en su casa. Eran bolitas secas y arrugadas, muy similares a los excrementos de ratón, y totalmente inofensivas. Aun así, Chris utilizó pinzas para recogerlas y meterlas en un tubo de ensayo. Hirvió los excrementos durante unos minutos, centrifugó el sedimento y recogió una gota del líquido transparente para la reacción de amplificación del ADN. Funcionó de maravilla.

Durante el resto del verano estuvieron llegando pequeños paquetes de aficionados a los hámsteres de todo el mundo. En cuanto oíamos su característico sonido de sonajero, sabíamos qué contenían. Al final obtuvimos ADN de 35 hámsteres, y al poco tiempo Chris había secuenciado la región de control mitocondrial de todos ellos. Todas eran absolutamente idénticas. Así pues, la historia era cierta: todos los hámsteres domésticos del mundo descienden realmente de

una sola hembra. Pero lo más importante para nosotros era que la región de control se había mantenido completamente estable. Desde aquel primer hámster capturado en el desierto sirio hasta sus millones de tatara-tatara-tataranietos repartidos por todos los rincones del mundo, el ADN de la región de control se había copiado con absoluta fidelidad, sin un solo error.

Era una idea asombrosa. En condiciones óptimas, los hámsteres pueden procrear cuatro o cinco carnadas por año. A ese ritmo, desde 1930 había habido tiempo para engendrar por lo menos 250 generaciones de hámsteres. Aunque nuestros 35 hámsteres no hubieran tenido linajes maternos comprobados que se remontaban a 1930, el hecho de que en las secuencias de sus ADN no hubiera absolutamente ninguna diferencia quería decir necesariamente que mis preocupaciones sobre la posibilidad de mutaciones demasiado rápidas en la región de control eran infundadas. De hecho, era al contrario: resultaba que este segmento de ADN era muy fiable, nada propenso a accesos incontrolados de mutación que hicieran imposible seguir la pista de los cientos de generaciones que queríamos estudiar en nuestros antepasados humanos. Por supuesto, existía la posibilidad de que, aunque la región de control fuera estable en los hámsteres, no lo fuera en los humanos. Pero esto no me pareció muy probable, dado el carácter tan fundamental de las mitocondrias, y estaba dispuesto a aceptar el riesgo.

No era yo el único interesado. Antes de que pasara mucho tiempo, estaba claro que otros científicos estaban teniendo ideas similares y se habían dado cuenta de las posibilidades de este segmento tan especial de ADN para esclarecer no sólo las grandes líneas de la evolución humana sino también misterios mucho más recientes.

5

El zar y yo

En julio de 1991, se exhumaron los restos de nueve cuerpos de una tumba poco profunda en un bosque de abedules a las afueras de Ekaterimburgo, antes Sverdlovsk, en los Urales rusos. Esta exhumación fue la culminación de años de investigación y perseverancia del geólogo ruso Aleksandr Avdonin, que creía haber localizado el lugar de reposo de los últimos Romanov, la familia real de la Rusia imperial. El último zar, Nicolás II, su esposa, la zarina Alejandra, y sus cinco hijos habían sido ejecutados, o asesinados —depende del punto de vista—, junto con su médico y tres sirvientes, en el sótano de la casa en la que habían sido mantenidos prisioneros por los bolcheviques. Esto había ocurrido en la noche del 16 de julio de 1918, en pleno apogeo de la Revolución Rusa, y para no correr el riesgo de que los cautivos reales fueran liberados por los rusos blancos, que se estaban acercando a la ciudad, se tomó la decisión, al más alto nivel, de matarlos.

Según un informe de la época, la familia ya se había acostado cuando se pusieron en marcha las etapas finales del plan. Se envió un telegrama a Lenin, que estaba en Moscú, pidiéndole que diera el visto bueno a la ejecución. Debido a demoras en la transmisión, el mensaje no llegó al Kremlin hasta pasadas las once de la noche. La respuesta, dando luz verde a la operación, llegó a la una de la madrugada. A la una y media, un camión llegó a la casa para llevarse los cuerpos. Se despertó a la familia y se le dijo que, debido a las acciones militares en la ciudad, tendrían que pasar el resto de la noche en el sótano, donde estarían más seguros. Los Romanov ya habían oído el le-

jano fragor de la artillería todas las noches de las dos últimas semanas y, no viendo nada particularmente siniestro en esta petición, todos bajaron las escaleras tranquilamente.

Cuando llegaron al sótano, tampoco se alarmaron al ver que se les unían varios guardias. Ni siquiera recelaron cuando se les pidió que se alinearan uno junto a otro. Entonces, el jefe del pelotón de ejecución se aproximó al zar y sacó de su bolsillo un papel, mientras apoyaba la otra mano en un revólver que llevaba dentro de la chaqueta. Leyó apresuradamente la orden que los condenaba a muerte. El zar estaba perplejo. Se volvió hacia su familia y después hacia los guardias, que sacaron sus armas. Las chicas empezaron a gritar. Comenzaron los disparos. El zar fue el primero en resultar herido y caer al suelo. En el sótano resonaban los gritos de las víctimas, mezclados con los disparos y el sonido de las balas que rebotaban en las paredes. Aquello era un pandemonio, y la habitación no tardó en llenarse de humo, haciendo más difícil que el pelotón acertara en los blancos, que corrían de un lado a otro ciegos de pánico. Se dio la orden de alto el fuego y las víctimas fueron rematadas a bayonetazos y culatazos. Se tardó menos de tres minutos en poner fin a una dinastía que había dominado Rusia durante trescientos años.

La casa ya no está allí. Fue demolida en 1977, por orden del primer secretario de la región de Sverdlovsk, el joven Boris Yeltsin. Pero el destino final de los Romanov siguió envuelto en el misterio. En el ambiente de incertidumbre y desinformación que predominaba en la Rusia bolchevique, la mera existencia de informes oficiales de los hechos, aunque se tratara de hechos tan históricos e infames como la «ejecución» de los Romanov, no significaba que los hechos descritos hubieran ocurrido realmente. Corrieron persistentes rumores, activamente fomentados por la propaganda soviética de la época, de que los Romanov habían sido enviados a un lugar seguro para protegerlos. Según otro rumor, la zarina y los niños habían sido trasladados en secreto a Alemania. Incluso se llegó a decir que el zar se encontraba en el Kremlin y que Lenin planeaba restaurar la monarquía en cuanto se hubiera eliminado a la burguesía y el zar pudiera volver a conectar con el pueblo.

El descubrimiento de los esqueletos prometía, por lo menos, introducir alguna prueba objetiva en el debate. La veracidad de la historia de la ejecución dependía de que se pudiera demostrar que los restos sacados de la fosa eran efectivamente los de los Romanov. Al menos, la situación de la tumba coincidía con algunos relatos de la época, que decían que los cadáveres se habían cargado en un camión para llevarlos al bosque que había fuera de la ciudad. Según estos relatos, a los ejecutores les entró el pánico cuando el camión quedó atascado en el barro, y arrojaron apresuradamente los cadáveres a una fosa cavada a toda prisa, después de lo cual los rociaron con ácido sulfúrico en un vano intento de destruir todos los rasgos que pudieran servir para su identificación.

Cuando se reconstruyeron todos los cadáveres desenterrados, quedó claro que sólo había restos de nueve cuerpos, dos menos de los que tendría que haber si se hubiera enterrado en una misma tumba a todas las víctimas de la matanza. Tras el largo y laborioso proceso de recomponer más de ochocientos huesos y reconstruir los cráneos destrozados por las culatas de los fusiles del pelotón de enterramiento, se llegó a la conclusión de que los nueve esqueletos eran los del zar y la zarina, tres de sus cinco hijos —María, Tatiana y Olga—, su médico, el doctor Eugeny Botkin, y tres sirvientes: el ayuda de cámara Alexei Trupp, el cocinero Ivan Jaritonov y la doncella de la zarina, Anna Demidova. No había ni rastro de los cadáveres de la hija pequeña, Anastasia, y del príncipe heredero, el zarevich Alexei. Aparte de la reconstrucción, ¿a qué otras pruebas se podían someter los restos para confirmar su identidad?

Nosotros ya habíamos publicado en 1989 un artículo que demostraba que se podía extraer ADN de huesos mucho más antiguos que aquellos, así que era natural que se intentara extraer ADN de los restos de Ekaterimburgo, con la esperanza de confirmar que se trataba de los Romanov. El trabajo corrió a cargo de la Academia Rusa de Ciencias y el Servicio Científico Forense Británico. Primero utilizaron huellas genéticas forenses convencionales para identificar el sexo de los esqueletos y confirmar que efectivamente incluían un grupo familiar de dos padres y tres hijos. El ADN de los restos atribuidos

al doctor Botkin y los sirvientes demostró que no estaban emparentados con el grupo familiar ni entre ellos. Hasta aquí, todo coincidía con las conclusiones de los expertos en huesos.

Estos científicos consiguieron también recuperar ADN mitocondrial de los huesos, y encontraron dos conjuntos diferentes de secuencias en el grupo familiar. La mujer adulta, la supuesta zarina, y sus tres hijas tenían secuencias idénticas de ADN mitocondrial. El varón adulto de la familia, el supuesto zar, tenía una secuencia diferente. Esto era exactamente lo que cabe esperar de una familia. Las tres hijas habían heredado la secuencia de ADN mitocondrial de su madre, mientras que el padre, hijo de una madre diferente, no había transmitido la suya a ninguna de las hijas. Sin embargo, la extracción y secuenciación del ADN mitocondrial por sí sola no identificaba a esa familia con los Romanov; cualquier familia presentaría el mismo patrón de identidad entre madre e hijos, con una secuencia diferente para el padre. La única manera de demostrar de *qué* familia se trataba era localizar a parientes vivos del zar y de la zarina, que estuvieran conectados con los difuntos mediante una serie de conexiones totalmente maternas. No era necesario que fueran parientes muy cercanos; el auténtico poder del ADN mitocondrial consiste en que no se diluye con la distancia. Mientras las conexiones sean exclusivamente maternas, y no estén interrumpidas por una conexión padre-hijo, el ADN mitocondrial será idéntico.

Afortunadamente, fue posible localizar parientes directos por vía materna del zar y de la zarina. El zar tenía una conexión materna ininterrumpida que partía de su abuela, Louise de Hesse-Cassel, reina de Dinamarca, y llegaba al conde Nicolai Trubetskoy, de setenta años, que vivía un apacible retiro en la Costa Azul después de trabajar toda su vida como banquero comercial. La zarina podía trazar una línea materna directa a través de su hermana, la princesa Victoria de Hesse, hasta su alteza real el príncipe Felipe, duque de Edimburgo y marido de la reina Isabel II de Inglaterra. Tras varias rondas de discreta negociación, los dos hombres accedieron a proporcionar una pequeña muestra de sangre para que se extrajera su ADN. ¿Qué se demostraría con eso?

La notación utilizada para comparar secuencias de ADN mitocondrial se basa en cotejar diferencias con una secuencia de referencia, que es precisamente la del primer ADN mitocondrial que se logró secuenciar (lo hizo un equipo de Cambridge en 1981). En esta notación, una secuencia de ADN que se diferencie de la secuencia de referencia en las posiciones 15 y 100 de la región de control (que tiene 500 bases) se describe abreviadamente como 15, 100. La secuencia del duque de Edimburgo, según esta notación, era 111, 357, En las otras 498 posiciones del segmento de 500 bases, la secuencia del duque era exactamente igual que la secuencia de referencia.

Siempre resulta mucho más difícil obtener a la primera una secuencia completa de un ADN antiguo que de una muestra nueva. Los filamentos están fragmentados por el proceso de envejecimiento, de modo que hasta un segmento relativamente corto, como la sección de control, que sólo tiene 500 bases, tiene que reconstruirse solapando segmentos de unas cien bases, más o menos. Se trata de un proceso laborioso, pero al final se reconstruyeron las secuencias de la presunta zarina y sus tres hijas. Todas tenían exactamente la misma secuencia: 111, 357. Las cuatro coincidían exactamente con la del duque de Edimburgo.

Sin embargo, no ocurrió lo mismo con el varón adulto, el supuesto zar. Su secuencia no era exacta a la del conde Trubetskoy. La secuencia de este era 126, 169, 294, 296, mientras que la del presunto zar sólo tenía mutaciones en las posiciones 126,294 y 296. Eran muy similares, sí, pero no idénticas. Esto cayó como un jarro de agua fría. Había abundantes evidencias circunstanciales que relacionaban los cadáveres con los Romanov, y las secuencias de las mujeres coincidían exactamente con la del duque de Edimburgo. Sin embargo, no tiene sentido hacer una prueba genética si no se va a hacer caso del resultado. Una concordancia muy aproximada no es una coincidencia exacta. Y si la conexión materna con el conde Trubetskoy, que abarcaba seis generaciones, fuera continua, la coincidencia tendría que ser exacta.

¿Existía alguna posibilidad de que el conde no fuera en realidad pariente del zar, aunque el árbol genealógico de su familia lo presen-

tara como tal? De ser así, tendría que haber habido una fractura en algún punto de la línea que iba del zar a Louise de Hesse-Cassel y de esta al conde Trubetskoy. Esto significaría que una de las personas de la línea había tenido una madre que no era la mujer que figuraba en el árbol familiar, sino otra diferente. Esta posibilidad siempre existe —podía haber habido una adopción o una confusión al nacer—, pero la probabilidad es muy pequeña. Si estuviéramos siguiendo la línea paterna, la cosa sería diferente. Es muy fácil que un niño tenga un padre biológico que no es el hombre casado con su madre; pero este fallo de identificación es mucho más improbable cuando se sigue la línea materna. Al fin y al cabo, tanto la madre como el niño tienen que estar presentes en el momento del parto. La única conclusión oficial a la que se pudo llegar fue que aquel no era el zar; y dado que las pruebas genéticas convencionales le habían identificado como el padre de las tres muchachas encontradas en la tumba, aquella tumba no era la de los Romanov.

Pero aunque las secuencias de ADN mitocondrial de Trubetskoy y del esqueleto del hombre no eran exactamente iguales, eran muy parecidas; tan parecidas que daban en qué pensar. Las dos tenían mutaciones en las posiciones 126, 294 y 296. Trubetskoy tenía una más, en la posición 169. ¿Era posible que se hubiera cometido un error al leer la secuencia del ADN mitocondrial del «zar»? El equipo volvió a consultar el gráfico original del aparato secuenciador y examinó atentamente las lecturas de la posición 169 de la muestra del «zar». El gráfico consta de cuatro líneas superpuestas de diferentes colores, que representan las lecturas de cuatro canales separados que van detectando las cuatro bases del ADN: rojo para la T, negro para la G, azul para la C y verde para la A. El gráfico de Trubetskoy mostraba un claro pico rojo en la posición 169, que correspondía a la mutación T, mientras que el gráfico del «zar» mostraba en la misma posición un pico azul correspondiente a la C, igual que la secuencia de referencia. Pero debajo del pico azul había una pequeña señal roja. ¿Podría ser que el ADN mitocondrial del «zar» fuera una mezcla de dos secuencias de ADN, la principal con la secuencia 126, 294, 296, y otra mucho más pequeña con la misma secuencia más la

mutación en la posición 169? Sólo había una manera de averiguarlo, y era clonándolo.

La clonación es la única manera de separar las diferentes moléculas de ADN que hay en una mezcla. En pocas palabras, consiste en engañar a unas bacterias para que acepten una sola molécula de ADN y después la copien como si fuera suya. Introducir ADN en las bacterias es un procedimiento muy poco eficaz; sólo una entre un millón lo acepta. Aun así, si se puede persuadir a un par de docenas de bacterias de que acepten el ADN, se las puede tratar de manera que las únicas bacterias que sobrevivan y formen colonias en una placa de cultivo sean las que llevan el ADN extra. Después se las coge y se secuencia su ADN. En cada colonia, todo el ADN tendrá copia de la molécula original que se incorporó. Si al principio había una mezcla de dos moléculas diferentes de ADN, algunas de las colonias tendrán un tipo y otras tendrán el otro. Los científicos lograron crear 28 clones que contenían ADN mitocondrial del «zar». Cuando se secuenciaron uno por uno, se vio que veintiuno contenían la secuencia principal 126, 294, 296 leída en el gráfico original, sin mutación en la posición 169. Pero el ADN de siete de los clones contenía también la mutación 169, y era absolutamente idéntico al del conde Trubetskoy.

Los investigadores se habían tropezado con una situación muy rara, en la que una nueva mutación, en este caso en la posición 169, está en vías de quedar establecida. Este estado, que recibe el nombre científico de *heteroplasmia,* se había observado en muy pocas ocasiones, y se sabía muy poco de él. Como veremos en un capítulo posterior, ahora sabemos mucho más sobre la heteroplasmia; en 1994, cuando se publicó el artículo sobre los restos de los «Romanov», era una novedad. Pero sacó a los investigadores del apuro. Ahí tenían la evidencia que necesitaban de que verdaderamente existía una conexión materna continua entre los huesos del «zar» de Ekaterimburgo y un pariente vivo del zar Nicolás II.

Desde luego, la coincidencia de los ADN mitocondriales era una buena evidencia en apoyo de la hipótesis de que los huesos de Ekaterimburgo eran los restos de los Romanov. Pero ¿constituía una prueba? Las pruebas nunca pueden ser absolutas. Siempre son rela-

tivas. En el caso de los Romanov, el grado de certeza podía adoptar una fórmula matemática, dependiendo de lo comunes que sean estas secuencias mitocondriales en Europa. En aquellos primeros tiempos de la investigación no conocíamos muchas secuencias europeas, y por eso no se podía saber cuánto peso tenía la evidencia. Ahora disponemos de muchas más secuencias para comparar, y sabemos que la secuencia del duque de Edimburgo (111, 357) es sumamente rara: no se ha vuelto a encontrar en más de seis mil muestras europeas examinadas. Dado que no se ha vuelto a encontrar, no podemos calcular con exactitud su frecuencia, pero es muy improbable que sea mayor de 1/1000. Esto significa que, como máximo, hay una posibilidad entre mil de que la secuencia mitocondrial de un europeo elegido al azar coincida con la del duque de Edimburgo. Así pues, todavía existía una pequeñísima posibilidad de que los huesos de las mujeres de Ekaterimburgo no pertenecieran a la zarina y sus hijas, sino a otra familia que también tuviera el mismo ADN mitocondrial que el duque de Edimburgo. La secuencia de Trubetskoy (126, 169, 294, 296) también es muy rara y no se ha vuelto a encontrar en más de seis mil europeos modernos. Sin embargo, la secuencia principal del zar (126, 294, 296) es mucho más frecuente, y la presenta algo menos del 1 por ciento de los europeos. Una vez más, existía una pequeña pero innegable posibilidad de que los huesos del varón adulto no fueran los del zar, sino los de alguien cuya secuencia coincidiera con la suya.

Aunque todo esto constituye ya una prueba de nivel bastante aceptable, todavía hay que considerar otro nivel. Aún no hemos tenido en cuenta el hecho de que los dos conjuntos de secuencias coincidentes se encontraron en la misma tumba y correspondían a los padres de las tres chicas, según las pruebas convencionales de ADN. ¿Cómo afecta eso al resultado? La respuesta es que eleva considerablemente el nivel de convicción de la prueba de que aquellos eran verdaderamente los huesos de los Romanov. La probabilidad de que *los dos* conjuntos de secuencias de ADN mitocondrial coincidieran por puro azar es el producto matemático de las probabilidades individuales. Es decir, una milésima multiplicado por una centésima, que da como re-

sultado la infinitesimal cifra de una cienmilésima. Si a eso añadimos la evidencia circunstancial que condujo al descubrimiento de la tumba y la evidencia de las heridas de bala, la validez de la prueba sigue subiendo hacia el 100 por cien.

Pero quedaba en pie un misterio. Sólo se habían encontrado cinco cadáveres de los Romanov: dos adultos y tres niñas. En términos estrictos, se podría pensar que esto es una evidencia en contra de que los restos correspondan a los Romanov. Pero concuerda con los persistentes rumores de que algunos de los niños escaparon de la ejecución. Cuando los soviéticos declararon que sólo el zar había muerto y que el resto de la familia había sido enviado a un lugar seguro, rápidamente empezaron a aparecer impostores completamente obvios. Durante algún tiempo, cada ciudad de Siberia, que por entonces continuaba en poder de los rusos blancos y no de los bolcheviques, tuvo sus «grandes duquesas» y su «príncipe heredero». Casi todos eran impostores descarados, pero algunos consiguieron vivir bien durante algún tiempo a costa del engaño. Un emprendedor hombre de negocios montó un servicio permanente de rescate y consiguió convencer a varios millonarios rusos de que donaran dinero para ayudarle a sacar del país a los refugiados imperiales. Su cómplice, que desempeñaba el papel de una u otra «gran duquesa» rescatada, permitía generosamente que los fascinados «patrocinadores» le besaran la mano mientras daba, con lágrimas en los ojos, su último adiós a su amada patria.

La madre del zar, la emperatriz viuda Marie Fedorovna, exiliada en Copenhague, hizo más que nadie por mantener vivo el mito de que su familia había sobrevivido, y hasta su propia muerte en 1928 se negó a aceptar que hubieran muerto. Durante los diez últimos años de su vida, se le pidió que diera validez a las reivindicaciones de numerosos pretendientes que afirmaban ser sus nietos. La más persistente de estas reclamaciones, con gran diferencia, fue la de la mujer que acabó siendo conocida como Anna Anderson. La historia comenzó cuando una joven saltó desde un puente del canal Landwehr de Berlín en febrero de 1919, siete meses después de la matanza de Ekaterimburgo. La rescataron, pero se negó rotundamente a revelar su iden-

tidad y fue recluida en un sanatorio mental bajo el nombre de «Fráulein Unbekannt», la señora desconocida. Una de sus compañeras de internamiento, Clara Peuthert, quedó convencida, tras leer en un periódico de Berlín un reportaje sobre la matanza, de que aquella paciente tan retraída y poco comunicativa era nada menos que la gran duquesa Tatiana, la segunda de las cuatro hijas del zar. Cuando salió del sanatorio, Clara Peuthert se convirtió en paladín de la causa de Fráulein Unbekannt entre los rusos blancos emigrados a Berlín. Utilizando estos contactos, organizó una visita de la ex doncella de cámara de la zarina, la baronesa Buxhoeveden. Este fue el primero de los numerosos y a menudo desastrosos encuentros con personas ansiosas por determinar la verdadera identidad de la «superviviente», que continuaron durante la mayor parte del resto de su vida. En esta ocasión, Fráulein Unbekannt se escondió bajo las sábanas de la cama. La formidable baronesa apartó las sábanas y la arrastró fuera de la cama. Aquella no podía ser Tatiana, exclamó la baronesa. Era demasiado baja. Esta evidente descalificación sólo consiguió que Fráulein Unbekannt declarara que ella no había dicho que fuera Tatiana, que, en efecto, era la más alta de las hijas del zar. Con sólo 1,57 m de estatura, Fráulein Unbekannt era más bien de la talla de Anastasia. Y eso es lo que aseguró ser durante el resto de su vida, adoptando el nombre de Anna como abreviatura de Anastasia y añadiendo el apellido Anderson muchos años después, para despistar a los periodistas durante su estancia en un hotel de Long Island (Nueva York).

La patética vida de Anna Anderson, que transcurrió en hospitales y en casas de sus partidarios, llegó a su fin en 1984, cerca de Charlottesville (Virginia). Si hubiera sido Anastasia, habría tenido 83 años. Durante muchos años estuvo envuelta en interminables batallas legales entre sus partidarios y los que querían que se desestimara su reclamación. Se acusó a sus oponentes de querer demostrar que toda la familia del zar había muerto para poder beneficiarse del dinero que los Romanov habían depositado en cuentas bancarias extranjeras; a sus partidarios se los acusó de ambicionar para ellos esta fortuna. Durante todos estos conflictos y controversias, la propia Anna Anderson nunca defendió con fuerza su reivindicación. Cada vez que se le

presentaba la ocasión de impresionar a uno de los parientes del zar al que se había persuadido de que la visitara, se mostraba callada y poco cooperativa, negándose a responder preguntas y a veces encerrándose en su habitación. A los ojos de sus detractores, esta conducta invalidaba su reclamación, pero fue precisamente esta escasa disposición a defender su causa, combinada con su absoluta convicción de ser la gran duquesa Anastasia, lo que convencía a sus partidarios.

La cuestión no se llegó a resolver de modo concluyente durante su vida, y falleció sin que su reivindicación fuera aceptada ni rechazada. Por suerte para ella, murió antes de que el frío ojo de la genética pudiera inspeccionar el caso. Si hubiera vivido unos cuantos años más, como su contemporánea Isabel, la Reina Madre de Inglaterra, que sigue viva a los 100 años de edad, su vida de engaños habría quedado despiadadamente al descubierto.

En un emocionante trabajo detectivesco, se recuperó el ADN mitocondrial de Anna Anderson, procedente de una biopsia que se le había practicado cuando fue hospitalizada para operarla de una obstrucción intestinal en 1979. Su secuencia era completamente diferente de la del ADN de la zarina. Era imposible que Anna Anderson fuera Anastasia. Una prueba que se tardó, como máximo, un mes en realizar había destruido de un golpe una de las más duraderas y románticas sagas que cautivaron al mundo de principio a fin del siglo xx. Tal es el poder del ADN para derrumbar mitos... incluso algunos en los que preferiríamos haber creído.

La secuencia de la biopsia de Anna Anderson coincidía, en cambio, con la de una pariente viva por vía materna de una tal Franziska Schanzkowska, una paciente de un sanatorio mental de Berlín que desapareció en 1919, poco antes de que «Anastasia» hiciera su aparición en esa misma ciudad. Los que se oponían a la reclamación de Anna Anderson siempre habían sospechado que era Franziska Schanzkowska, y no Anastasia como ella aseguraba. El ADN les dio la razón.

Así pues, el misterio de Anastasia sigue en pie. A nuestro laboratorio le han pedido más de una vez que examine el ADN de otras pretendientes. Lamento decir que ninguna de ellas ha pasado el escru-

tinio de la prueba de ADN. En la película de 1956 *Anastasia,* escrita como ficción romántica y no como una auténtica crónica de los hechos, la emperatriz viuda Marie Fedorovna somete a Anastasia, interpretada por Ingrid Bergman, a una serie de pruebas para decidir si es o no su nieta. Por fin acaba aceptando a la joven, y la película tiene un final feliz. No lo habría tenido si el ADN hubiera podido intervenir. Pero la película le vino muy bien a Anna Anderson, que recibió una parte de los *royalties.*

Si Anna Anderson, la más convincente de las pretendientes, no era Anastasia, es posible que, después de todo, la gran duquesa hubiera perecido con sus hermanas. La fosa sólo contenía los cadáveres de tres niñas. Todavía no se han encontrado dos cuerpos, el de una de las grandes duquesas y el del príncipe heredero, el zarevich Alexei. También Alexei ha tenido sus personificadores. Un marinero soviético, Nikolai Dalsky, insistió en su reclamación de la corona imperial —lo cual, en la Rusia soviética, demostraba bastante confianza en sí mismo— hasta su muerte en 1965. Su hijo, «Nikolai Romanov», heredó la reivindicación a la muerte de su padre, y se refiere a su hijo Vladimir como «el zarevich».

Sin embargo, la triste verdad es que, casi con seguridad, toda la familia fue asesinada. Los informes escritos, aunque no merezcan un crédito absoluto, dicen que los hombres encargados de deshacerse de los cuerpos intentaron primero quemarlos en el bosque, cerca del lugar donde estaba la fosa en la que se encontraron los restos. Levantaron una pira y colocaron primero en ella el cuerpo más pequeño, el de Alexei, y después el de una de las grandes duquesas; los empaparon con gasolina y les prendieron fuego. Pero las llamas no lo consumieron todo. Cerca de la hoguera quedaron dientes y fragmentos de hueso. Se cambió entonces de plan y se arrojaron los restantes cadáveres a la fosa. Si esta versión de los hechos es cierta, los últimos restos de Alexei y Anastasia no están en las tumbas de los pretendientes, sino carbonizados y enterrados bajo el mantillo de un bosque en los Urales rusos.

Aunque de vez en cuando me gusta tomar un vodka, nunca me he considerado un Romanov; pero no pude evitar darme cuenta de que

la secuencia de mi ADN coincide con la del zar Nicolás II. Si pasamos por alto de momento el componente secundario del ADN del zar introducido por la heteroplasmia en la posición 169, los dos tenemos la notación 126,294,296. Si mi abuela hubiera decidido hacerse pasar por Anastasia (cosa muy improbable, ya que era de Norfolk y jamás estuvo en Rusia), no habría quedado desmentida por la prueba de ADN que acabó por desenmascarar a Anna Anderson. ¿Significa eso que estoy emparentado con los Romanov, aunque sea muy lejanamente? La asombrosa respuesta es «sí».

Este es el momento de detenerse y asimilar un hecho completamente lógico pero absolutamente extraordinario, que constituye la base de gran parte de este libro. Si dos personas remontan sus respectivas líneas maternas —madre, abuela, bisabuela, tatarabuela, y así sucesivamente—, llega un momento en que las dos líneas convergen en una misma mujer. Si esas dos personas son hermanas, la cosa es muy simple: sus líneas maternas convergen en su madre. Si son dos primos, hijos o hijas de dos hermanas, las líneas convergen en su abuela materna. Aunque la mayoría de las personas que no han investigado sus árboles familiares pierden la pista poco más allá de la abuela, el principio se mantiene por mucho que nos remontemos hacia el pasado. Dos personas cualquiera —en nuestra familia, en nuestra ciudad, en nuestro país e incluso en el mundo entero— están conectadas a través de sus madres y de las madres de sus madres con una antepasada materna común. La única diferencia entre unos pares de personas y otros es esta: ¿cuánto tiempo hace que vivió esa mujer?

En cuanto retrocedemos unas pocas generaciones, casi todos perdemos la pista de las conexiones maternas, así que no podemos saber la respuesta a esa pregunta. Pero el ADN no olvida. El ADN mitocondrial, debido a su modo especial de heredarse, exclusivamente por línea femenina, sigue con exactitud esa pista hacia el pasado. Y dado que la secuencia del ADN mitocondrial va cambiando muy lentamente, debido a mutaciones al azar, podemos utilizarla como una especie de reloj. Si dos personas tienen una antepasada materna común que vivió en el pasado reciente, su ADN mitocondrial no habrá tenido tiempo de cambiar por mutación. Como ocurre con los hámste-

res, las secuencias de sus ADN mitocondriales serán idénticas. Si la antepasada común vivió hace mucho tiempo, hay una posibilidad de que se haya producido una mutación en una de las dos líneas, o en las dos, que conducen desde el presente hasta ella. Si vivió hace mucho más tiempo, puede que haya dos o más mutaciones. Contando las diferencias entre las dos secuencias se puede calcular la longitud de la conexión matrilineal entre dos personas cualquiera del mundo. Para poner fechas a esta línea es necesario conocer la tasa de mutación del ADN mitocondrial. En un capítulo posterior veremos con más detalle cómo se calcula esta tasa (véase págs. 162-64). Las mejores estimaciones indican que, por término medio, si dos personas tuvieron una antepasada común hace diez mil años, presentarán *una* diferencia en las secuencias de sus regiones de control. Si la antepasada común de dos personas vivió hace veinte mil años, lo normal sería encontrar *dos* diferencias mutacionales en su ADN mitocondrial.

Por supuesto, no existe ni la más mínima posibilidad de averiguar por los registros escritos si dos personas estuvieron conectadas por línea materna hace veinte mil años, así que nosotros trabajamos al revés. Si dos personas tienen exactamente la misma secuencia en su región de control, suponemos que su antepasada común viviría, por término medio, en algún momento de los últimos diez mil años. El zar y yo tenemos la misma secuencia en la región de control. Así pues, nuestros linajes maternos —que en mi caso pasa por mi madre, Irene Clifford, y por la suya, Elizabeth Smith, y en el caso del zar por su madre, la emperatriz viuda Marie Fedorovna, y la madre de esta, Louise de Hessel-Cassel, reina de Dinamarca— convergen casi con seguridad en una antepasada común que vivió hace menos de diez mil años. No es lo bastante cercana, creo, como para que yo pueda hacer una reclamación realista de la fortuna de los Romanov.

Medir las conexiones ancestrales en decenas de miles de años puede parecer demasiado tosco para resultar interesante. Sin embargo, aunque la tasa de mutación del ADN mitocondrial parece increíblemente lenta, resulta perfectamente adecuada para estudiar la evolución humana durante los últimos cien mil años, que es cuando ocurrió casi todo lo más interesante. Si la tasa de mutación fuera

mucho más rápida de lo que es, resultaría más difícil seguir los parentescos. Si fuera mucho más lenta, habría muy pocas diferencias entre las personas y no se advertirían pautas. Demos el siguiente paso lógico: si dos personas cualquiera pueden remontar su linaje a una antepasada materna común, entonces también puede hacer lo mismo cualquier *grupo* de personas. Poco a poco me fui dando cuenta de que teníamos en nuestras manos la posibilidad de reconstruir la genealogía materna del mundo entero. No es exactamente lo mismo que dominar el mundo; pero estoy seguro de que mi primo lejano, Nikolai Aleksandrovich, zar imperial de todas las Rusias, lo habría aprobado. La cuestión era: ¿por dónde empezar?

6

El enigma del Pacífico

A las nueve y cuarto de cada noche, el vuelo NZI de Air New Zealand despega del aeropuerto internacional de Los Ángeles. En treinta segundos cruza la estrecha franja de tierra que hay entre el final de la pista y el océano. No se utilizan válvulas reguladoras para reducir el nivel de ruido de los motores. No hay necesidad. El vuelo NZI está sobre el Pacífico, y no volverá a ver tierra hasta que pase sobre la península de Coromandel, en la Isla Norte de Nueva Zelanda, aproximándose ya a Auckland. Pero para eso todavía faltan once mil kilómetros y catorce horas. Desde este momento hasta entonces, bajo nosotros no hay más que mar abierto, la extensión aparentemente infinita del océano Pacífico. Esparcidas por esta inmensidad hay miles de islas, pero quedan tan empequeñecidas por el mar que es muy poco probable que se divisen algunas desde el avión. Y sin embargo, cuando los primeros barcos europeos empezaron a explorar el Pacífico, todas estas islas habían sido descubiertas y colonizadas por la gente que yo he llegado a considerar como los más grandes exploradores marinos que ha visto el mundo: los polinesios.

Me gustaría poder decir que mi decisión de trabajar en Polinesia fue el resultado de una cuidadosa planificación, de equilibrar las ventajas científicas de estudiar las poblaciones de las islas con la dificultad y gastos añadidos de trabajar en el otro extremo del mundo. Me gustaría poder decir eso, pero la verdad es que todo ocurrió por accidente (literalmente). En el otoño de 1990 me tomé un curso sabático y había planeado pasar parte de él en la Universidad de

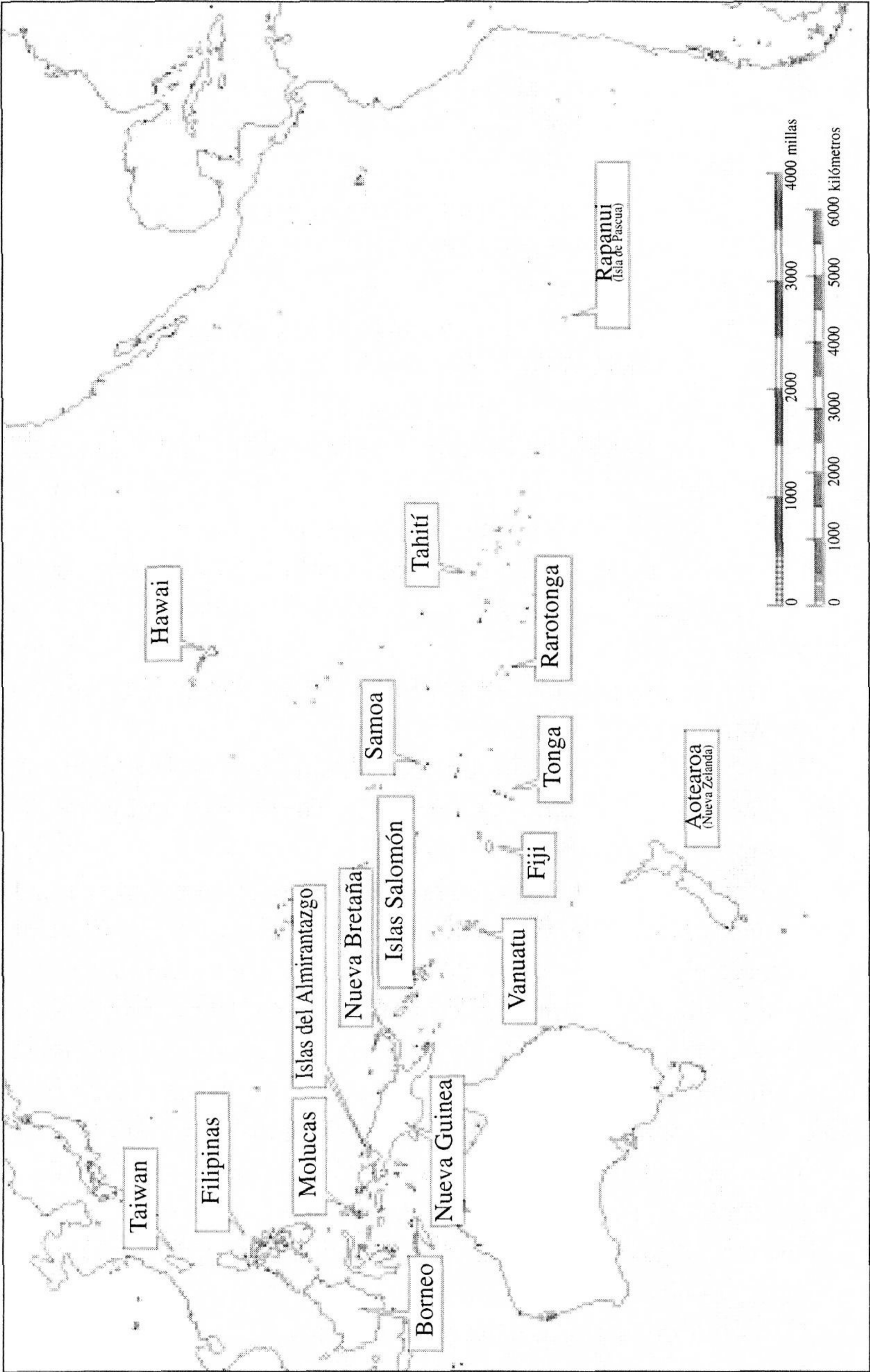
Washington en Seattle y el resto en Melbourne (Australia). Esto significaba cruzar el Pacífico, y dado que jamás había visto una isla tropical, decidí hacer paradas en Hawai y en un lugar llamado Rarotonga, en las islas Cook. Yo nunca había oído hablar de Rarotonga, y sólo vagamente de las islas Cook, pero aquello encajaba mejor en los planes de vuelo que las alternativas más conocidas, como Tahití o Fiji.

Además, ofrecía más en cuestión de contrastes. Hawai es tropical, desde luego, y muy hermoso, pero al menos en los alrededores de la capital, Honolulú, en Oahu no cabe ninguna duda de que estás todavía en Estados Unidos, con edificios altos, pizza y cementerios para animales domésticos. Aterrizar en Rarotonga es una experiencia cultural completamente diferente. No hay correas portaequipajes; uno coge sus maletas de un montón. Un hombre con una guitarra canta una canción de bienvenida como si la sintiera, lo cual resulta impresionante a las cinco de la mañana. Y además, estaba Malcolm. El alegre y rubicundo Malcolm Laxton-Blinkhorn es inglés, aunque no tan grandioso como su nombre sugiere. Ha tenido lo que se podría llamar una carrera variada: comando de los marines, pastor de ovejas, actor, productor de televisión... y ahora hotelero en Rarotonga, habiéndose casado con una chica de allí. Aunque su hotel estaba en la playa, al otro lado de la isla, como Rarotonga sólo tiene 42 kilómetros de perímetro no tardamos mucho en llegar allá. Todavía era de noche, pero ¿quién podía resistirse a bajar hasta la orilla del agua y sentarse allí? Poco a poco me fui dando cuenta de que aquello no es tan silencioso como se podría pensar. Hay un rumor bajo, lejano pero persistente, como el de una autopista muy transitada que estuviera a un par de kilómetros. Pero en la isla hay muy pocos automóviles y, desde luego, ninguna autopista. El sonido que yo oía era el del océano. Al ir haciéndose de día, pude distinguir una fina línea blanca cerca del horizonte. Allí es donde el oleaje, incluso en los días de mar calma como aquel, choca contra el arrecife de coral que rodea y protege la isla.

Mi plan era pasar sólo unos días en Rarotonga y después seguir hasta Melbourne para continuar mi trabajo. Como casi todos los vi-

sitantes, alquilé una pequeña motocicleta, pasé el examen de conducir, que consistía en recorrer cincuenta metros carretera arriba y regresar a la comisaría de policía, obtuve mi carnet y me puse en marcha. Derecho hacia una palmera. Me rompí el hombro. No podía salir de la isla hasta que el hueso se hubiera soldado. Varias semanas, me dijeron. Así que me resigné a una larga estancia.

Rarotonga es la principal isla de las Cook del sur, un archipiélago muy disperso, situado a 1.120 kilómetros al oeste de Tahití. Las islas llevan el nombre del capitán James Cook, navegante inglés del siglo xvni, cuyo retrato (siempre el mismo, según parece) está por todas partes de la isla, incluso traspasándote con su inescrutable mirada mientras te tomas una botella de cerveza Islas Cook. Inexplicablemente, aunque Cook exploró muchas de las islas del archipiélago, no llegó a avistar Rarotonga, a pesar de que es la isla más grande del grupo y se alza hasta una altura de 650 metros. El honor de ser los primeros europeos en visitar Rarotonga les corresponde a los amotinados del HMS *Bounty,* que en 1789 hicieron escala allí, en ruta hacia la aún más remota isla Pitcairn, en su búsqueda de un refugio que los librara del largo brazo de la armada británica. En la actualidad, las islas Cook tienen un gobierno autónomo y están aliadas con Nueva Zelanda en cuestiones de política exterior y defensa; pero en otro tiempo fueron un protectorado británico, y todavía forman parte de la Commonwealth. Aunque no creo que ni siquiera uno de cada cien ingleses haya oído hablar de las islas Cook, los isleños todavía conservan algunas costumbres de sus antiguos colonizadores. Como disponía de mucho tiempo, fui, con mi brazo en cabestrillo, a oír un debate en el parlamento de las islas Cook. El edificio del parlamento era un simple conjunto de cabanas con techo de lata cerca de la carretera del aeropuerto, pero los procedimientos eran tan solemnes como en la Cámara de los Comunes de Westminster. Al frente de la cámara estaba el presidente, al que se dirigían todas las alocuciones. Se presentaban proyectos de ley para estudiar. Las comisiones debatían en el hemiciclo, y los acalorados debates daban lugar a divisiones. Y a cortes de la presidencia. Eran casi las cinco de la tarde cuando, en pleno debate sobre el sueldo de los miembros del Parlamento


Rapanui
(Isla de Pascua)
Tahití
Hawai
Rarotonga
Samoa
Tonga
Aotearoa
(Nueva Zelanda)
Islas Salomón
Fiji
Nueva Bretaña
Islas del Almirantazgo
Vanuatu
Filipinas
Molucas
Nueva Guinea
Taiwan
Borneo
0 1000 2000 3000 4000 millas
0 1000 2000 3000 4000 5000 6000 kilómetros

y los funcionarios, el gobierno presentó una moción para imponer un límite de tiempo. ¿Por qué razón? Porque el gabinete había quedado a las seis y media para cantar a beneficio del equipo de netball del instituto, de modo que la sesión parlamentaria tenía que terminar a las seis. Evidentemente, aquel era un sitio que tenía muy claras sus prioridades.

Otros legados del pasado eran el museo y la biblioteca. Aunque estaban rodeados de cocoteros y mangos cargados de fruta, una vez dentro habría podido jurar que estaba en la vieja Inglaterra: silencio, estanterías llenas de libros y un discreto bibliotecario con un sello de goma para estampar los libros retirados. Y todo vacío. Había una abundante colección de libros sobre el Pacífico, y empecé a leer sobre aquella parte del mundo en la que había caído prisionero sin haberlo planeado (pero sin lamentarlo demasiado) hasta que se curara mi fractura. Sentado a la orilla del mar, mirando hacia el océano más allá de la espuma de las olas que chocaban contra el arrecife, sabiendo que se extendía miles y miles de kilómetros en todas direcciones, descubrí que una pregunta me venía constantemente a la cabeza: ¿cómo pudieron los polinesios descubrir y colonizar esta isla, y de dónde vinieron?

Aunque no fue el primero, ni mucho menos, el capitán Cook fue el que más había viajado de los navegantes europeos que exploraron el Pacífico. Criado en humildes condiciones en Yorkshire, y desesperado por hacerse a la mar lo antes posible, se enroló en un barco que zarpaba del puerto de Whitby. Esto ocurría en una época en la que el linaje aristocrático era una condición casi imprescindible para hacer carrera en la Marina Real; no obstante, sus grandes dotes para la navegación le permitieron ir ascendiendo hasta llegar a mandar un barco. Su navegación por el famoso río San Lorenzo durante la guerra contra los franceses en Quebec causó tanta impresión que se le dio el mando de la nave *Endeavour,* que iba a emprender una expedición científica por cuenta de la Royal Society para observar el tránsito de Venus por delante del Sol. Medir este raro acontecimiento era importante para calcular la distancia de la Tierra al Sol, y el mejor lugar para observar el tránsito de 1769 era Tahití. Una vez cumplida la misión, el capitán Cook continuó sus exploraciones del Pacífico, que

le llevaron, en este y en otros dos viajes, hasta Nueva Zelanda, Australia, la costa noroeste de América, el estrecho de Bering y por último Hawai, donde murió a manos de los nativos en la bahía de Kealakekua, en la Isla Grande, el día de San Valentín de 1779.

Como navegante que era, Cook sentía un interés profesional por la cuestión del origen de los pueblos que iba encontrando en aquellas remotas y dispersas islas. Durante sus tres viajes fue observando las similitudes, tanto de aspecto como de idioma, entre los nativos de islas tan alejadas como Hawai, Tahití y Nueva Zelanda, y dedujo que esto significaba que todos ellos tenían un origen común. Pero ¿dónde estaba ese origen? También la tradición polinesia habla de una tierra ancestral, Havaiiki, pero sin especificar su situación.

Cook sabía perfectamente que los vientos y las corrientes del Pacífico se mueven de este a oeste a través del océano, desde las Américas hasta Asia. Si los polinesios procedían originalmente de Asia, tendrían que haber luchado contra vientos y corrientes; si procedían de las Américas, estos elementos naturales les habrían ayudado en su travesía, y se trataba de fuerzas considerables. Los primeros europeos que cruzaron el Pacífico fueron navegantes españoles, y sólo podían cruzarlo en una dirección, de este a oeste. Después de navegar desde sus bases en América Central hasta las Filipinas, no podían volver por donde habían venido, y no les quedaba más remedio que regresar por la Gran Ruta Circular, hacia el norte pasando por Japón y Alaska y después hacia el sur siguiendo la costa del Pacífico de América del Norte. Si los galeones españoles, con su formidable velamen y sus sofisticadas técnicas de navegación, no podían derrotar a los vientos y corrientes, ¿cómo era posible que lo hubieran logrado las pequeñas embarcaciones de los polinesios?

Un grupo particularmente paternalista de antropólogos occidentales estaba tan convencido de que los polinesios eran demasiado incompetentes para organizar algo que se asemejara a un viaje de exploración deliberado, sobre todo si implicaba navegar contra el viento, que consideraba que no se necesitaba ninguna otra prueba del origen americano de los isleños. En su opinión, el único modo en que aquellos primitivos podían haber llegado a las islas era perdiéndose en alta

mar mientras pescaban y flotando a la deriva hasta llegar a ellas… a pesar de que esta hipótesis exigía que hubieran salido de pesca llevándose a sus familias, su ganado y unas cuantas plantas de taro. Todavía son muchos los polinesios que se resienten de esta insultante actitud colonial de los blancos. La demostración de su origen asiático echaría por tierra esta idiotez de una vez por todas, y establecería a sus antepasados como señores supremos del mar.

La controversia europea sobre el origen de los polinesios ha durado doscientos años. Por una parte, las evidencias de la arqueología, el idioma y los tipos de animales y plantas domésticos encontrados en Polinesia señalan un origen en el sudeste asiático. Por otra, ha existido una persistente tradición, reforzada por el antropólogo noruego Thor Heyerdahl, que sitúa el origen de los primeros polinesios en las Américas. Entre los indicios de un origen americano, el más convincente es el cultivo, extendido por toda Polinesia, de la *humara o* batata, que nadie duda de que sea oriunda de los Andes de América del Sur. Heyerdahl añade otras conexiones de idioma, mitología y algo de arqueología, como los tocados de las figuras de piedra encontradas en la isla de Pascua, que tienen un notable parecido con el estilo de los incas. Pero su demostración más célebre es el viaje de la *Kon-Tikiy* la balsa en la que navegó —o más bien flotó a la deriva— 6.500 kilómetros, desde la costa de América del Sur hasta las islas Tuamotu, no muy lejos de Tahití. Por supuesto, demostrar que se puede hacer no significa que se hiciera así; pero la *Kon-Tiki* sigue constituyendo un argumento convincente para mucha gente.

Irritados por lo que consideraban una maniobra sensacionalista por parte de Heyerdahl, los antropólogos serios que habían ido recopilando laboriosamente evidencias del origen asiático no ocultaron sus sentimientos en sus escritos. Durante mis lecturas en la biblioteca de Rarotonga me sorprendió el veneno que rezumaban sus páginas cada vez que se mencionaban las teorías de Heyerdahl. Puede que las ideas de este no tuvieran mucha aceptación entre los antropólogos académicos, pero para mí, un ignorante recién llegado a este campo, su evidencia parecía tener algún mérito, al menos a primera vista. Me pareció muy raro que unos académicos tan eruditos y mo-

derados en todos los demás aspectos perdieran de pronto los papeles cuando se mencionaba el nombre que empieza por H.

Me senté en el café de Lucy en Avarua, la capital (de hecho, la única ciudad) de Rarotonga, para tomar un helado y contemplar a la gente que iba y venía. ¿Parecían más asiáticos o más americanos? Yo no lo veía nada claro. Recuerdo perfectamente a una niña que parecía salida directamente de un reportaje del *National Geographic* sobre la selva tropical de la Amazonia. ¡Si pudiera examinar el ADN mitocondrial de la gente del café! Estaba seguro de que podría decir si sus parientes genéticos más próximos estaban en Asia o en América. De modo que la siguiente vez que acudí al hospital a que me revisaran la fractura del hombro, expliqué que era genetista y lo que se me había ocurrido. No sé cómo me las apañé para convencer al hospital de que me cediera los residuos de treinta y cinco muestras de sangre que habían sobrado de las pruebas de glucemia. La diabetes es muy común en Rarotonga, y por eso se realizan muchas pruebas de azúcar en la sangre. Guardé las muestras en el refrigerador del hotel, y cuando mi hombro se curó —demasiado deprisa, me pareció a mí-#* me llevé los preciosos tubitos de sangre a Australia, donde casi me los confiscan en la aduana, y de allí a Inglaterra y a mi laboratorio.

Al día siguiente de mi regreso, desempaqueté las muestras. Había sangre chorreando por todas partes. Los tubos de cristal se habían roto, aunque afortunadamente no todos. Quedaban veinte intactos, y me puse de inmediato a secuenciar su ADN mitocondrial. En la actualidad, la secuenciación del ADN se hace automáticamente en máquinas carísimas, pero a principios de los noventa era una operación manual que implicaba marcar fragmentos de ADN con isótopos radiactivos suaves y separarlos en un campo eléctrico. Al final del largo proceso había una parte en la que la película de rayos X que registra el patrón de franjas radiactivas que indica la frecuencia iba apareciendo poco a poco en el aparato revelador. Era siempre un momento de gran tensión. ¿Saldrá un buen conjunto de franjas? ¿Se verá alguna franja? Si las franjas son muy débiles o no se ven, es que algo ha salido mal y hay que volver a la faena durante otros tres días.

Esta vez, con las diez primeras de las veinte muestras, todo salió bien. En la película de rayos X se veían cuatro anchas columnas de bandas oscuras, como códigos de barras, allí donde la radiactividad débil había ennegrecido la emulsión fotográfica. Cada una de las cuatro columnas estaba dividida en diez franjas, una por cada muestra. Cada una de las cuatro columnas leía la secuencia de una base, de modo que combinándolas se podía determinar la secuencia completa. Lo organicé de este modo, con las diez muestras una junto a otra, para que resultara más fácil distinguir las diferencias entre individuos. Aquello era lo que más me interesaba: las diferencias entre individuos, y no las similitudes. Una línea recta que cruzara las diez franjas significaba que las diez muestras eran idénticas en esa base; en cambio, una línea con interrupciones significaba que algunas muestras presentaban diferencias en esa posición.

En el laboratorio habíamos secuenciado nuestro ADN y el de unos cuantos amigos, casi todos europeos, y lo normal era que en cada conjunto de diez muestras hubiera aproximadamente un par de docenas de líneas con estas reveladoras interrupciones. Cuando la película de Rarotonga salió del revelador, vimos que efectivamente había franjas, pero ni una sola interrupción. Eran todas exactamente iguales. ¿Había cometido algún error? ¿Había mezclado las muestras sin darme cuenta en alguna fase del proceso? Para averiguarlo tenía que revelar la segunda película, correspondiente a las muestras 11-20. Cuando la tuve, al principio me pareció que, efectivamente, me había equivocado en algo. Otra vez líneas rectas en toda la película. Pero entonces vi que una banda, un individuo, era diferente de todos los demás. Muy diferente. Y otras tres bandas tenían una sola línea con interrupciones. Así que las muestras no se habían mezclado. Los resultados eran reales. Al instante me di cuenta de que eran asombrosos, y que dentro de poco tiempo tendría la respuesta al enigma del origen de los polinesios.

Estudiando con más atención las secuencias y comparándolas con la secuencia de referencia europea, comprobé que la secuencia principal, compartida por dieciséis de los veinte polinesios, presentaba diferencias en cuatro posiciones: 189, 217, 247 y 261. Tres de los

individuos de la segunda película tenían una secuencia muy similar, que sólo se diferenciaba de esta en que no presentaba la variante en la posición 247. En todo lo demás, su ADN mitocondrial era idéntico; tenían que tener un parentesco muy cercano con los otros dieciséis. Pero la vigésima muestra era completamente diferente. En comparación con la secuencia de referencia tenía nueve variantes en su región de control, y ninguna coincidía con las del grupo principal de Rarotonga. Dado que las muestras de sangre procedían de pacientes no internados en la clínica de Avarua, no había ninguna garantía de que correspondieran a nativos de Rarotonga, y supuse que esta secuencia tan distinta pertenecería a un turista o a algún visitante de otra parte del mundo. En 1991 se habían publicado muy pocas secuencias mitocondriales, y no había manera de saber de qué parte del planeta podría ser.

Me concentré en el resultado principal: la asombrosa similitud de diecinueve de las veinte muestras. Este tenía que ser el ADN mitocondrial de los polinesios originales. Lo único que teníamos que hacer para resolver el enigma polinesio era compararlo con muestras del sudeste asiático y de América del Sur. Si encontrábamos ADN similar en Chile o Perú, e incluso en las zonas costeras de América del Norte, entonces Heyerdahl tenía razón. Si lo encontrábamos en el sudeste asiático, estaba equivocado. Si no lo encontrábamos en ninguno de los dos sitios, todo el mundo estaba equivocado. Saliera lo que saliese, una cosa era segura: íbamos a zanjar de una vez por todas la controversia que venía durando más de 200 años. Empecé a planear mi siguiente viaje.

A estas alturas, es posible que ustedes se pregunten: «Si fuera tan fácil, ¿no se habría sabido la respuesta hace mucho, gracias a los grupos sanguíneos?» No es que nunca se hayan estudiado los grupos sanguíneos de Polinesia; de hecho, los primeros resultados, correspondientes a Samoa (en el centro de Polinesia), se publicaron en 1924, sólo cinco años después de que el artículo de los Herschfeld en *The Lancet* revelara las posibilidades de los grupos sanguíneos para la antropología. El Pacífico Sur había sido durante mucho tiempo una zona muy popular para los trabajos científicos de campo, y yo me iba

enterando rápidamente. Sin embargo, aunque parecían apoyar el argumento a favor del origen asiático, décadas de trabajos sobre los grupos sanguíneos y otros sistemas genéticos clásicos todavía no habían proporcionado una respuesta definitiva al enigma; en primer lugar, porque las variaciones no son concluyentes, y en segundo lugar porque no se conocen las relaciones evolutivas entre los grupos. Por ejemplo, los polinesios, los sudamericanos nativos y los naturales del sudeste asiático presentan una frecuencia muy alta del grupo sanguíneo 0. Los polinesios, además, presentan una frecuencia bastante alta del grupo sanguíneo A, que prácticamente no existe en América del Sur. Pero también tienen una frecuencia muy baja del grupo B, que es bastante común en el sudeste asiático. ¿Qué se puede deducir de todo esto? ¿Qué teoría puede apoyarse en esos datos? Los que abogan por el origen asiático podrían argumentar que la escasez extrema del grupo sanguíneo A entre los nativos sudamericanos significa que el grupo A de los polinesios no puede proceder de América del Sur. Los partidarios del origen sudamericano podrían responder que, como sugirió Arthur Mourant en 1976, el grupo A de los polinesios no procede de Asia, sino de los europeos que procrearon allí durante los tres últimos siglos. Y a todo esto, ¿dónde está el grupo B, que debería haber llegado de Asia? Si a toda esta incertidumbre se le añade el hecho de que, en último término, todos los nativos americanos tienen un origen asiático que pasa por los colonizadores que cruzaron el puente de tierra de Bering hace miles de años, tenemos un barullo absoluto. El grupo sanguíneo 0 podría haber llegado a Polinesia directamente desde Asia o vía las Américas. No hay manera de saberlo. Con sólo tres genes para los grupos sanguíneos —A, B y 0— es imposible tener certeza de nada.

Otros marcadores genéticos clásicos son más variables, pero ninguno tanto como el que controla el sistema de tipos de tejidos, tan importante en los trasplantes de órganos. Así como es preciso comprobar los grupos sanguíneos antes de practicar una transfusión, para evitar una reacción inmunitaria fatal, también hay que procurar que los tipos de tejidos del donante y el receptor sean compatibles cuando se quieren trasplantar órganos como el corazón, los riñones o la

médula ósea. No es corriente tener que esperar para recibir una transfusión porque no se encuentre sangre del mismo grupo, pero todos hemos oído tristes historias de pacientes que esperan meses e incluso años a que aparezca un corazón o un riñon de un donante compatible, y a veces mueren antes de encontrarlo. Esto se debe a que, mientras que sólo existen cuatro grupos sanguíneos (A, B, AB y 0), hay docenas de tipos de tejidos diferentes.

Tengo que reconocer aquí y ahora un grave problema personal. Se me bloquea por completo la mente cada vez que me enfrento con la mareante variedad de tipos de tejidos. Algunos de mis mejores amigos son inmunólogos celulares que viven, trabajan y respiran para los tipos de tejidos. El instituto donde yo trabajo está lleno de ellos. Sin embargo, algo se me desconecta en el cerebro cuando empiezan a describir los distintos tipos. Todos empiezan con las tres mismas letras, HLA. A partir de ahí, se van añadiendo números y letras: HLA-DRB1, HLA-DPB2, HLA-B27, y así sucesivamente. Una vez tras otra, voy a seminarios que comienzan con una diapositiva que muestra una tabla de esta horrenda mezcolanza alfanumérica. Durante años me he concentrado, pensando que si me esforzaba a fondo acabaría por entenderlo. Al fin y al cabo, tengo que enseñar ese rollo en mis clases de genética. Pero ni por esas. De mala gana llegué a la conclusión de que soy genéticamente incapaz de entender los grupos de tejidos, aparte de saber que hay un montón de ellos. Lo cual, afortunadamente, es lo único que hace falta saber del asunto. Puesto que hay muchísimos y existen muchos datos de Polinesia, América del Sur y el sudeste asiático, es relativamente fácil seguirles la pista. Y desde luego, casi todas las conexiones relacionan a Polinesia con Asia. Pero no todas. Un tipo llamado HLA-Bw48 es muy raro en todas partes excepto entre los polinesios, los inuit y los norteamericanos nativos.

Sin embargo, aunque desde luego hay mucha variación, no se conocía la conexión evolutiva entre los diferentes tipos. Por ejemplo, no se podía decir si el tipo HLA-Bw48, que también se da en Norteamérica, estaba más o menos relacionado con otros tipos polinesios. Compárese esta situación con la del ADN mitocondrial de Rarotonga. Sabemos que hay tres tipos; también sabemos que dos de ellos

están estrechamente emparentados entre sí, y que el tercero no lo está. Eso, como veremos, representa una enorme ayuda. Podemos buscar en otras tierras no sólo los tipos polinesios, sino también otros estrechamente relacionados con ellos.

Cuando ya tenía planeado el nuevo viaje y había convencido a la Royal Society de que lo financiara —al fin y al cabo, tal como indiqué en mi solicitud, ellos habían pagado el primer viaje de Cook a Tahití—, ya habían empezado a circular datos sobre nativos de América del Norte y del Sur, obtenidos por otros investigadores. Mientras que las muestras de Rarotonga pertenecían a un mismo grupo general (si incluimos en un solo grupo los dos tipos similares y nos olvidamos de la secuencia anómala del «turista»), en las Americas había cuatro grupos principales. Tres de ellos tenían secuencias de ADN mitocondrial muy diferentes, pero el cuarto era muy similar a la secuencia principal de Rarotonga —189, 217,247, 261—, pero con variantes sólo en las posiciones 189 y 217. Esto parecía muy interesante. Además, el ADN de los nativos americanos y el de Rarotonga compartían otra característica muy significativa: en el círculo de ADN mitocondrial, justo enfrente de la región de control que habíamos secuenciado, faltaba un pequeño fragmento de ADN, de sólo nueve bases. Sin duda, esto aumentaba las probabilidades de que los tipos americano y polinesio estuvieran emparentados. Parecía que la balanza se inclinaba del lado de Heyerdahl.

Yo había oído que Rebecca Cann, coautora junto con Alian Wilson del artículo original de 1987 sobre el ADN mitocondrial y la evolución humana, estaba en Hawai estudiando el ADN de los nativos hawaianos. Se trata de un trabajo difícil, porque, a diferencia de lo que ocurre en Rarotonga, quedan muy pocos nativos. Doscientos años de inmigración, procedente sobre todo de Asia y América, han reducido a los nativos hawaianos a la condición de población marginal, y muchos de ellos viven una existencia miserable. Un legado demasiado familiar del colonialismo. No obstante, recientemente se han puesto en marcha programas especiales de subvenciones y becas para los que puedan demostrar que son de origen hawaiano. Una manera de demostrar este origen es mediante las pruebas de ADN. Así

pues, existía un incentivo especial para estudiar la genética mitocondrial de los nativos hawaianos.

En mi nuevo viaje a Rarotonga me las arreglé para visitar a Becky Cann en Hawai, y nos reunimos en su laboratorio junto con su colaborador posgraduado, Koji Lum, para comparar resultados. No tardamos mucho en comprobar que habíamos encontrado el mismo tipo principal de Polinesia, con la misma delación y las mismas variantes en la región de control. Esto era muy interesante, y confirmaba la conexión entre la población de Hawai y la de Rarotonga, 4.800 kilómetros más al sur. Yo ya me imaginaba la enorme extensión de mar que separaba a los dos grupos, y los fantásticos viajes que trasladaron estos genes a través del océano. Aunque el resultado no era inesperado, dada la abundante evidencia acumulada desde los tiempos de Cook que conectaba a todos los polinesios con unos antepasados comunes, resultaba apasionante haber encontrado la prueba. De mala gana, Becky nos dejó para preparar un seminario, y Koji y yo nos quedamos en su despacho intercambiando comentarios admirativos sobre los viajes de los polinesios, que llevaron estos genes hasta Rarotonga y Hawai.

Lo que ocurrió a continuación fue uno de esos raros momentos de la ciencia en los que se revela algo que nunca se ha visto antes. Estaba a punto de guardar mis datos cuando me acordé de la secuencia extraña de Rarotonga, que yo había interpretado como perteneciente a un turista y de la que casi me había olvidado. Me volví hacia Koji y le pregunté si había visto algo parecido en los nativos hawaianos. Accedió a echar un vistazo y volvió a sacar sus hojas de resultados. Había una que destacaba de las demás. Extendí mi gráfico de las secuencias de Rarotonga, que parecía un rollo de papel para empapelar paredes —aún no había papel continuo plegado—, y no tardé en localizar la secuencia anómala. Al principio, las secuencias de Koji y las mías parecían completamente diferentes; pero entonces nos dimos cuenta de que las estábamos leyendo desde extremos opuestos. Di la vuelta a la mía y empecé a leer la extraña secuencia de Rarotonga, empezando por el extremo izquierdo. La primera variante estaba en la posición 144.

—¿Tienes algo con la 144? —pregunté.

—Sí —respondió Koji.

Avancé cuatro bases hasta la 148.

—¿Y alguna con la 148?

—Sí, en la misma muestra —replicó él.

Yo ya sentía la emoción del descubrimiento haciéndome cosquillas en la espina dorsal. Seguí adelante.

—¿223?

—Sí.

-¿241?

—Sí.

Aceleré.

—¿293?

—Sí.

-¿362?

—Sí.

Eran idénticas. Los dos levantamos la mirada al mismo tiempo. Nos miramos a los ojos y dos enormes sonrisas silenciosas brillaron en nuestros rostros. Aquel no era el ADN de ningún turista. Descartando la remota posibilidad de que yo hubiera recogido por casualidad una muestra de sangre de un nativo hawaiano de vacaciones en Rarotonga, aquel tenía que ser un segundo tipo de ADN genuinamente polinesio, que había penetrado en el Pacífico hasta llegar a las islas Cook y a Hawai. Pero ¿de dónde había venido? íbamos a tardar seis meses en averiguarlo.

Volé hacia Rarotonga, más convencido que nunca de que íbamos a resolver el misterio del origen de los polinesios. Cuando llegué, Malcolm, mi hotelero en el primer viaje, me había organizado un encuentro con el jefe de la oficina del primer ministro. En la mayoría de los países, esto sería casi imposible, pero en Rarotonga Malcolm lo resolvió con una fiesta de Navidad en la playa. Fue una suerte conocer a Tere Tangiiti y poder concertar una cita al principio de la velada; porque mi principal recuerdo de aquella fiesta no es el de haber establecido un importantísimo contacto diplomático, sino el del color azul: el color del Curasao mezclado con champán, que son los

ingredientes del cóctel Blue Lagoon. El Blue Lagoon, las tortillas de algas y mi aparato digestivo no combinan bien. No tardé en descubrir el interesante hecho científico de que eso que usan para dar color al Curasao, sea lo que sea, no se destruye en el estómago humano. Han pasado diez años y todavía me mareo con sólo verlo.

Tenía que obtener la autorización del consejo de ministros y la cooperación de George Koteka, del departamento de Sanidad, para recoger un buen número de muestras de ADN de Rarotonga y las otras islas. Una vez recuperado, me entrevisté con el gabinete en el despacho del primer ministro, situado encima de la oficina de Correos, y no pudieron mostrarse más cooperativos. A las pocas semanas había recolectado quinientas muestras de Rarotonga, Atiu, Aitutaki, Mangaia, Pukapuka, Rakahangha, Manihiki, e incluso del diminuto atolón de Palmerston (66 habitantes). Las empaqueté cuidadosamente en hielo y me las llevé de vuelta a Oxford.

7

Los más grandes viajeros del mundo

El Instituto de Medicina Molecular, donde se encuentra mi laboratorio, está construido sobre la base de los trabajos pioneros de su primer director, el profesor sir David WeatheralL Durante los veinticinco últimos años, sus investigaciones se han centrado en las enfermedades hereditarias de la sangre, y en particular las que afectan al principal componente de los glóbulos rojos, la hemoglobina. Estas enfermedades no son especialmente frecuentes en las latitudes norte, pero ejercen un efecto devastador sobre la salud pública de muchas partes de África, Asia y la Europa mediterránea. Las principales enfermedades, la anemia falciforme en el África subsahariana y la talasemia en Asia y Europa, matan cada año a cientos de miles de niños. La causa de todo este sufrimiento es una pequeña mutación en los genes de la hemoglobina, que altera muy ligeramente las propiedades transportadoras de oxígeno de los glóbulos rojos. En la anemia falciforme, los glóbulos rojos, que normalmente son circulares, cambian de forma visiblemente, como indica el nombre, y ya no pueden deslizarse uno junto a otro en los vasos sanguíneos más estrechos. Esto provoca obstrucciones en el flujo de sangre hacia tejidos vitales. En la talasemia, es la hemoglobina misma la que forma grumos en el interior de los glóbulos rojos, que a continuación son destruidos en el bazo. Ambas anemias pueden resultar fatales si no se tratan; el único remedio efectivo sigue siendo administrar repetidas transfusiones de sangre, que —aparte de los efectos secundarios provocados por la excesiva acumulación de hierro en el cuerpo— no están al alcance de los

presupuestos de salud pública de la mayoría de las zonas afectadas.

¿Por qué estas enfermedades se dan en unos lugares y no en otros? La respuesta es la malaria. La anemia falciforme y la talasemia afectan principalmente a zonas del mundo donde la malaria es o ha sido endémica. Para desarrollarse, ambas enfermedades necesitan una dosis doble del gen mutante de la hemoglobina, una de cada progenitor. Muchas enfermedades hereditarias siguen la misma pauta; en Europa, la más conocida es la fibrosis quística, en la que ambos padres son portadores de una copia del gen mutante, pero no presentan síntomas de la enfermedad. Por razones que todavía no están del todo claras, al parásito que provoca la malaria le resulta difícil infectar los glóbulos rojos de portadores de la anemia falciforme y de la talasemia, que, como consecuencia, son resistentes, al menos en parte, a la enfermedad. A lo largo de muchas generaciones, esta resistencia conduce a una expansión de las mutaciones de la hemoglobina en las regiones afectadas por la malaria, debido a las fuerzas de la selección natural. Sin embargo, aunque las mutaciones son beneficiosas para los portadores, ocurre lo contrario con sus hijos, porque algunos de los vastagos de dos portadores reciben la doble dosis de mutantes de la hemoglobina y desarrollan las potencialmente fatales anemias. Este cruel equilibrio de ventaja para los portadores y eliminación de la descendencia mantiene la alta frecuencia de mutantes de la hemoglobina en las zonas afectadas por la malaria. La malaria no provoca directamente estas enfermedades, pero lo hace indirectamente, permitiendo e incluso favoreciendo la supervivencia y prosperidad de las mutaciones de los genes de la hemoglobina, que son la verdadera causa. Y aun en el caso de que se elimine la malaria, no se eliminan de inmediato estas enfermedades. En la Europa mediterránea —Cerdeña, Italia, Grecia, Chipre y Turquía—, los programas de erradicación de los mosquitos que transmiten el parásito de la malaria han eliminado prácticamente esta enfermedad, pero no la talasemia. Decenas de miles de personas siguen siendo portadoras de las mutaciones de la hemoglobina, y la incidencia de la talasemia sólo se está logrando reducir gracias a un programa totalmente

diferente, basado en el examen genético de los futuros padres para comprobar si son portadores.

Muchas personas de la zona mediterránea han emigrado a diferentes partes del mundo, en especial a Estados Unidos y Canadá, Australia y Gran Bretaña. Con ellos —literalmente, dentro de ellos— han viajado los genes de la talasemia, de manera que ahora la enfermedad también se encuentra en estas comunidades. Por la misma razón, la emigración forzada de los esclavos procedentes de África occidental introdujo en Norteamérica el gen de la anemia falciforme, que sigue manifestándose allí aunque en Norteamérica no exista malaria. Poco a poco, a lo largo de muchas generaciones, acabará desapareciendo de estas poblaciones, a medida que las mutaciones sean eliminadas, ya sea mediante programas activos de consejo genético, o simplemente por la muerte de los que padecen la enfermedad. Sin la ayuda de la malaria, sufrirá el destino inevitable de todas las enfermedades genéticas: la extinción por selección natural.

El desentrañamiento de las causas de la anemia falciforme y la talasemia ha ejercido una enorme influencia en la genética. No es una exageración decir que si los investigadores no hubieran tenido como guía los ejemplos de estas dos enfermedades, muy pocos de los grandes avances que se han hecho desde mediados de los años ochenta en el descubrimiento de las causas de enfermedades genéticas se habrían hecho realidad. Fueron los estudios de estos problemas los que convencieron a los científicos y médicos de que una simple mutación en un gen puede, efectivamente, causar una enfermedad.

Para mí, las ventajas que ofrecían todos estos trabajos para mi investigación sobre el origen de los polinesios eran mucho más prosaicas. La conexión entre la talasemia y la malaria se acabó demostrando mediante trabajos de campo en las islas del sudeste asiático y Oceanía; sobre todo, en Papua-Nueva Guinea, Vanuatu e Indonesia. Los genes de la talasemia sólo se encontraban en zonas bajas y pantanosas próximas a la costa, donde la malaria era común; en cambio, en el interior montañoso, donde los mosquitos no podían sobrevivir a las grandes altitudes, los perniciosos genes eran prácticamente inexistentes. Como consecuencia de esta investigación, los congela-

dores del Instituto de Medicina Molecular estaban llenos de muestras de ADN de dichas islas. Yo no tenía más que ir al primer piso del instituto en el que trabajaba para aumentar mi conjunto de muestras con una fabulosa colección que abarcaba más o menos toda la ruta desde el sudeste asiático hasta las más remotas islas del Pacífico. Si los polinesios habían llegado por esa ruta, sin duda encontraríamos su ADN mitocondrial esparcido por toda ella.

Durante el verano de 1992 secuencia más de 1.200 ADN mitocondriales. Lo primero que había que hacer era ver si podíamos encontrar alguno con la pequeña deleción. En diecinueve de las veinte muestras de Rarotonga faltaba este diminuto segmento, y era muy fácil comprobar su ausencia. Y allí estaba la deleción: muy común en Samoa y Tonga; menos común más al oeste, en Vanuatu y la costa de Nueva Guinea. Todavía menos frecuente en Borneo y las Filipinas, pero se seguía encontrando en pueblos tan occidentales como los nativos taiwaneses. Parecía una buena prueba del origen asiático; pero recuerden que sabíamos, por los trabajos publicados, que la misma deleción se había encontrado también en América del Norte y del Sur. ¿Nos íbamos a encontrar en la misma situación frustrante de todos los que habían intentado utilizar la genética para resolver el enigma, incapaces de distinguir si un gen había llegado a Polinesia directamente desde Asia o había sido importado indirectamente, a través del puente de tierra que conectaba con América? Nuestra única esperanza era que la región de control misma pudiera revelarnos la diferencia.

La secuencia común en Rarotonga, encontrada también en el laboratorio de Hawai, tenía variantes en las posiciones 189, 217, 247 y 261, además de la pequeña deleción. La otra, menos frecuente pero evidentemente relacionada con la primera, tenía variantes en las posiciones 189, 217 y 261, pero no en la 247. Durante las siguientes semanas, a medida que iban saliendo películas de la máquina reveladora, fui adquiriendo mucha pericia en reconocer el patrón concreto de franjas que indicaba que habíamos encontrado las secuencias polinesias. Allí estaban, extendidas por todas las islas de la ruta hacia Polinesia. Cuanto más al oeste nos desplazábamos y más nos acercábamos al continente asiático, más escasa se iba haciendo la secuen-

cia con la variante 247, y empezaba a aparecer un nuevo tipo con sólo las variantes 189 y 217, que alcanzaba su concentración máxima en los ami, bunum, atayal y paiwan de Taiwan. Allí estaba el registro de todo el asombroso viaje. Llamé a toda la gente que se me ocurrió que pudiera tener nuevas secuencias mitocondriales de nativos americanos. Tenía que asegurarme de que la 247, la variante definitoria del ADN mitocondrial polinesio, no era abundante en las Américas. Nadie la había visto. Ni siquiera una vez. Thor Heyerdahl estaba equivocado.

No pude evitar sentir una pizca de desilusión por no haber podido dar la razón al hombre que había inspirado a una generación con su viaje en la *Kon-Tiki.* Pero así son las cosas. Su teoría se había quedado en nada bajo el potente foco de la genética. La opinión mayoritaria había resultado ser la correcta: los polinesios habían llegado de Asia y no de América. Nunca he llegado a saber lo que el propio Heyerdahl pensó al respecto. Estoy seguro de que, a los 83 años, tendrá cosas mejores que hacer que defenderse del impresionante poder de la genética moderna. Cuando publicamos nuestros resultados recibimos discretos aplausos por parte del *establishment* antropológico: pero aquellos académicos estaban ya tan seguros de sí mismos y tan convencidos del peso de la evidencia a favor del origen asiático, que la nueva información no les entusiasmó de manera especial. Cuando uno coincide con el consenso mayoritario, es difícil que se altere la paz. En cambio, disentir del consenso es cualquier cosa menos apacible, como yo iba a descubrir poco tiempo después en otra parte del mundo totalmente diferente.

La pista genética hacia las dispersas islas del inmenso Pacífico estaba ahora clara como el cristal. Los antepasados de los polinesios emprendieron su épico viaje en la costa de China o en Taiwan. Allí es donde se encuentran actualmente las frecuencias más altas de lo que podemos considerar con bastante seguridad como la secuencia ancestral de ADN mitocondrial de la mayoría de los polinesios, con las variantes 189 y 217 y la pequeña deleción. En las muestras de Taiwan encontramos también otras secuencias con variantes adicionales, además de las fundamentales 189 y 217, pero en posiciones

que no logramos encontrar en otras partes de esa zona. Estas son las mutaciones que han aparecido en Taiwan después de que partieran los antepasados de los polinesios. Contando las mutaciones y multiplicando por la tasa de mutación, se puede calcular aproximadamente el tiempo transcurrido desde que la secuencia ancestral llegó por primera vez a Taiwan. Como veremos más adelante, cuando exploremos el mapa genético de Europa, este aspecto es materia de controversia en la investigación contemporánea. No obstante, en vista de la gran diversidad de variaciones sobre el tema básico de 189, 217 que se observan en Taiwan, estaba bastante claro que estas secuencias llevan allí muchísimo tiempo, probablemente de veinte a treinta mil años.

Existen muchas señales arqueológicas de una expansión demográfica muy rápida en las islas del sudeste asiático hace tres o cuatro mil años, definida por una gama de artefactos relacionados con una economía agrícola. Las más significativas son las piezas de cerámica de un estilo distintivo llamado Lapita, con un barniz rojo y decoraciones dentadas estampadas en el barro en líneas horizontales. Para los arqueólogos, la cerámica con un estilo identificable es un premio gordo. Sobrevive enterrada miles de años, y la similitud de estilos cerámicos permite relacionar asentamientos muy alejados geográficamente. No significa automáticamente que las personas que utilizaban aquella cerámica estuvieran emparentadas biológicamente, pero sí que es una señal segura de contacto entre los distintos lugares. En un período de sólo quinientos años, que comenzó hace unos 3.500 años, aparecieron ejemplos de cerámica lapita en la costa de muchas de las islas del Pacífico occidental, desde las islas del Almirantazgo, al norte de Nueva Guinea, hasta Samoa, en Polinesia occidental. Los partidarios del origen asiático de los polinesios siempre habían relacionado esta rápida expansión, que implicaba una avanzada capacidad de navegación, con los pueblos que acabaron colonizando toda Polinesia. La misteriosa ausencia de cerámica lapita en las islas al este de Samoa se explicaba por la falta de arcilla adecuada. Ahora que la genética había decidido claramente a favor del origen asiático de los polinesios y en contra del origen americano, ¿podía-

mos decir algo nuevo acerca de dónde había comenzado esta notable expansión de personas y cerámica?

En primer lugar, la completa ausencia en Taiwan de la variante en la posición 247 hacía sumamente improbable que la expansión hubiera partido de allí. De ser ese el lugar de origen, habríamos encontrado allí muchas muestras de ADN con la variante 247. Lo cierto es que nunca he visto la variante 247 al oeste de Borneo. Así pues, la rápida expansión de la cerámica lapita sólo cuenta con el apoyo de la genética si empezó en algún lugar al efcte de Borneo. He encontrado la 247 en las Molucas, un archipiélago de Indonesia, y la secuencia ha estado allí el tiempo suficiente para acumular mutaciones adicionales. Mi mejor apuesta por el lugar de origen de los notables polinesios lapita sería algún lugar de dicho archipiélago. Desde allí, la pista mitocondrial se adentra en el Pacífico, hasta Hawai por el norte, hasta Rapanui (la isla de Pascua) por el este y hasta Aotearoa (Nueva Zelanda) por el sur.

Todo esto se deduce claramente del principal tipo polinesio. Pero ¿qué se puede decir de esa extraña y escasa secuencia que yo encontré en la sangre de un único paciente del hospital de Avarua y Koji Lum encontró en un nativo hawaiano? ¿Podía ser un débil eco de los polinesios americanos de Heyerdahl? Desde luego, en nuestra intensiva toma de muestras habíamos encontrado la secuencia en toda Polinesia, aunque en todas partes era rara; pero ninguno de mis contactos había visto nada parecido en las Américas, ni en el Norte ni en el Sur. Después encontramos un único ejemplar en Vanuatu y dos más en la costa norte de Papua-Nueva Guinea. Sin embargo, sólo cuando repasé unas antiguas muestras del interior montañoso de Nueva Guinea encontré esta secuencia en abundancia. Este era un ADN mitocondrial que se había transmitido a los actuales habitantes desde los primeros colonizadores de esa enorme isla; unos colonizadores que, según las dataciones arqueológicas de los primitivos asentamientos, llegaron allí hace por lo menos cuarenta mil años, en la misma antigua migración que llevó a los primeros australianos a este vasto continente. Así pues, las antepasadas maternas directas del misterioso paciente del hospital de Avarua habían pasado casi cuarenta mil años

en la isla de Nueva Guinea, antes de unirse a un grupo de lapitas que viajaban en canoas rumbo al este, hacia lo desconocido.

Desde la costa norte de Nueva Guinea se extiende una línea de islas, cada una de ellas visible desde la anterior, que se adentra en el Pacífico hasta las islas Salomón. Son islas altas, con picos montañosos que se ven en el horizonte antes de zarpar de la isla anterior o, al menos, antes de perder de vista el punto de partida. Esta técnica de navegación, relativamente segura, ya había llevado a los primeros colonizadores de Nueva Guinea más allá de Nueva Bretaña y Nueva Irlanda, hasta llegar hasta San Cristóbal, en la cadena principal de las islas Salomón, hace treinta mil años. Pero allí se acabó el avance. Más allá estaba el mar abierto, con la tierra más próxima, las islas de Santa Cruz, a trescientos kilómetros, al otro lado del horizonte. No hay evidencias arqueológicas de asentamientos más allá de las islas Salomón hasta la llegada de los pueblos lapita, veintisiete mil años después.

Dos adelantos trascendentales permitieron a la nueva oleada de colonizadores lanzarse hacia lo desconocido. El primero fue la invención de la canoa de doble casco para viajes largos. Estas magníficas embarcaciones alcanzaban tamaños enormes. Los primeros europeos que llegaron a Polinesia vieron canoas de más de treinta metros, y todavía se utilizan versiones menores. El doble casco evita los vuelcos, igual que el balancín de un catamarán. Estas naves tenían una proa en cada extremo, de modo que podían dar bordadas contra el viento y después cambiar de dirección sin dar la vuelta. Estas fueron las embarcaciones que llevaron a los polinesios Pacífico adentro. El otro adelanto, complementario e igualmente trascendental, fue el desarrollo de una serie de técnicas de navegación muy avanzadas. Los primeros colonizadores habían conseguido alcanzar Australia, Nueva Guinea y las islas Salomón a base de navegar hacia objetivos visibles, pero los polinesios se hicieron a la mar rumbo al vacío, no sólo sin ver tierra sino incluso sin saber si la había. Su avance se puede seguir gracias a las dataciones de los hallazgos arqueológicos. Tardaron muy poco en colonizar Santa Cruz y las islas de Vanuatu, se detuvieron ante los 750 kilómetros que suponía el salto a Fiji y más

allá, hasta Samoa y Tonga, y se detuvieron de nuevo antes de continuar hasta los límites de Polinesia. Llegaron a la isla de Pascua y a Hawai hace unos 1.500 años, y por último a Nueva Zelanda hace 1.200 años. Habían alcanzado todas las islas de este inmenso océano en poco más de dos mil años. ¿Cómo lo hicieron?

Bien aprovisionadas de comida y agua, las canoas zarpaban en contra del viento predominante. Esto puede parecer un duro esfuerzo, pero al menos les aseguraba un viaje de retorno relativamente seguro, ya que tendrían el viento a favor en su regreso al puerto de origen, y podrían navegar guiándose por las estrellas. Resulta bastante sencillo navegar a lo largo de una línea de latitud, fijándose en la salida o la puesta de una estrella y manteniendo cada noche ese punto en la misma posición con relación a la canoa. Llegado el momento de volver a casa, no resulta complicado invertir la dirección y navegar a favor del viento, guiándose por las mismas estrellas. Esto parece fácil en teoría, pero en la práctica sigue estando plagado de peligros. Tenía que haber muchos casos en los que al volver no se encontrara la isla de origen, sobre todo si se pasaba de largo durante la noche o en una tormenta. Debieron de perderse muchas vidas.

Aún más notables son las señales que utilizaban los polinesios para detectar la presencia de tierra antes de verla. Las formaciones de nubes sobre las islas altas revelan su presencia más allá del horizonte. En condiciones adecuadas, la iridiscencia verdeazulada de los atolones se refleja en las nubes. Las direcciones de vuelo de las aves que se sabe que anidan en tierra proporcionan más pistas. La presencia de restos flotantes indica que hay tierra en la dirección de la que viene el viento. Todas estas son señales visibles. Pero aquellos antiguos viajeros no sólo veían el camino; también lo sentían. Todavía ahora, los navegantes tradicionales pueden detectar los cambios en la manera de moverse el mar. El oleaje básico recorre el océano de lado a lado, pero se refleja en las islas, como las ondas formadas por una piedra arrojada a un estanque, que rebotan al llegar a la orilla. Incluso a más de cien kilómetros de tierra, un marino experto puede valerse de sus pies para captar las pautas de interferencia cuando una onda se cruza con otra.

Así fue *cómo* llegaron los polinesios. No se sabe *por qué*. La razón que les impulsó a aquellas extraordinarias proezas de exploración todavía sigue siendo un misterio. No pudo ser que necesitaran seguir avanzando para satisfacer las necesidades económicas de una población en constante crecimiento. Muchas de las islas de la ruta hacia el Pacífico remoto son grandes y fértiles, y ni siquiera ahora están densamente pobladas. Puede que sintieran un insaciable impulso de explorar lo desconocido. Es casi seguro que atravesaron por completo el Pacífico hasta llegar a América del Sur. Esto lo sabemos por la evidencia de la *humara* o batata, que se cultivaba y se sigue cultivando en toda Polinesia. No cabe ninguna duda de que la batata es una planta de origen andino, y esto significa que tuvo que haber algún contacto entre los nativos sudamericanos y los polinesios. Las leyes genéticas descartan la explicación de Thor Heyerdahl, que opinaba que la batata fue llevada Pacífico adentro por las mismas gentes que, según él, habían colonizado Polinesia procedentes de América del Sur; habíamos demostrado por encima de toda duda que la colonización del Pacífico se produjo en la dirección contraria. Esto significa que para importar la batata desde América del Sur los polinesios tuvieron que cruzar el Pacífico. Pero no han dejado ninguna huella genética visible en América del Sur. Que yo sepa, no se ha encontrado allí ni una sola muestra de ADN mitocondrial polinesio.

Sin embargo, sí que encontré en Tahití (Polinesia francesa) dos secuencias mitocondriales que coincidían con secuencias publicadas correspondientes a Chile. Me gusta pensar que puede tratarse del débil eco de mujeres sudamericanas que acompañaron a los polinesios en su viaje de regreso al Pacífico.

Los polinesios descubrieron y colonizaron Aotearoa, «la tierra de la larga nube blanca», que ahora conocemos como Nueva Zelanda. La genética también lo demuestra sin ninguna duda: los maoríes de Aotearoa tienen exactamente el mismo ADN mitocondrial que sus primos de Polinesia. Esto concuerda perfectamente con la tradición oral maorí, que cuenta que una flota de ocho o diez grandes canoas partió del centro de Polinesia, tal vez de la misma Rarotonga, y acabó llegando a Aotearoa. Allí encontraron una tierra salvaje pero fér-

til, sin habitantes humanos pero llena de animales nunca vistos, como la gigantesca moa, un ave no voladora pariente del avestruz, que cazaron hasta extinguirla.

Para llegar tan lejos en dirección sur, los viajeros tuvieron que renunciar a casi toda esperanza de regresar a casa si no encontraban tierra. Llegar hasta Aotearoa no era una simple cuestión de navegar contra el viento siguiendo una línea de latitud y sabiendo que si no se encontraba tierra bastaba con invertir la dirección y regresar a casa siguiendo la misma línea con el viento a favor. El viaje hasta Aotearoa significaba cambiar de latitud y llegar muy al sur de los fiables vientos alisios, adentrándose en una parte del océano donde los vientos eran mucho menos predecibles. Esto representa un nivel muy superior de exploración marítima, de tal madurez y atrevimiento que me deja convencido de que los polinesios tuvieron que llegar también a la costa de Australia, tal era su pericia en las artes marineras. Pero si llegaron allí, no dejaron ninguna huella. Es posible que sólo se sintieran cómodos colonizando tierras deshabitadas. Me pregunto si seguirían navegando al sur de Australia, cruzando el océano Indico hasta Madagascar, que entonces estaba deshabitada y ahora tiene una parte de su población que habla un idioma similar. ¿Podrían haber hecho tal cosa? Estoy seguro de que podían. ¿Lo hicieron? Algún día, los genes nos lo dirán.

Todavía siento emoción cuando pienso en el trabajo en Polinesia. Me había detenido en una isla en mitad del océano Pacífico, mirando hacia el mar, más allá del arrecife y poseído por una ardiente curiosidad por encontrar la respuesta a una pregunta. Me moría de ganas de saber de dónde habían llegado los polinesios. Era una pregunta surgida de la mera curiosidad. Y habíamos encontrado la respuesta, clara e inequívoca, en poco más de tres años. Habiendo comprobado de qué manera tan concluyente el ADN mitocondrial había resuelto la cuestión del origen de los polinesios, sentía una gran confianza en su capacidad inherente de resolver cuestiones aún más difíciles en un territorio mucho más cerca de casa.

8
Los primeros europeos

Los diez años de excavaciones en Boxgrove, cerca de la ciudad catedralicia de Chichester, en Sussex (Inglaterra), habían sido productivos pero sin resultados espectaculares. En la actualidad, Boxgrove es una cantera; pero hace medio millón de años era una estrecha llanura litoral entre los acantilados de creta y el mar abierto. La arena y la grava que ahora se extraen de allí llegaron mucho después, arrastradas por las riadas producidas por el catastrófico deshielo de los posteriores períodos glaciales. Durante varios años, se estuvieron encontrando en Boxgrove utensilios de sílex y huesos de animales con marcas que indicaban que los cadáveres habían sido descuartizados metódicamente con piedras afiladas. Si tiene usted dudas sobre lo afiladas que pueden estar, pruebe a arrancar a golpes una lasca de un trozo grande de sílex. Está lo bastante afilada como para un afeitado apurado en seco. Las piedras talladas y los huesos eran señales evidentes de ocupación humana... pero no se había encontrado ni rastro de los humanos propiamente dichos. English Heritage (Patrimonio Inglés), la agencia gubernamental que financiaba la excavación, ya había dejado claro que no pagaría más trabajos de campo. A principios de noviembre de 1993, cuando faltaban pocas semanas para que se abandonara definitivamente la excavación, los arqueólogos que dirigían el trabajo marcaron una última zanja y Roger Pedersen empezó a cavar.

Roger, miembro del ejército de afanosos voluntarios que constituyen la fuerza vital de todas las excavaciones arqueológicas, em-

pezó a cavar la zanja con su azada. Al cabo de dos semanas había atravesado las capas de arena, registrando la orientación de todos los artefactos que iba encontrando. Era un trabajo lento y laborioso, y el frío, el viento y la lluvia no lo facilitaban. Y de pronto, poco después de la comida del viernes 13 de noviembre de 1993, encontró un hueso: la tibia de un ser humano muy primitivo. Había descubierto un fragmento del Hombre de Boxgrove. Y había salvado la excavación.

Poco después me enseñaron el hueso y, aunque no soy ningún experto, hasta yo pude darme cuenta de lo gruesas que eran las paredes que rodeaban el espacio central de la médula, en comparación con un hueso moderno. Aquella era la tibia de un ser humano grande y muy robusto. Pero ¿era el hueso de un antepasado nuestro? Esta pregunta tan directa va derecha al corazón de la controversia sobre el origen de la humanidad, por una sencilla razón: aunque todo ser humano (como cualquier otro animal, dicho sea de paso) tiene antepasados, eso no quiere decir automáticamente que todo fósil humano tenga descendientes. El Hombre de Boxgrove podría ser un antepasado de los humanos modernos del siglo xxi o pertenecer a una especie ya extinguida.

Exactamente el mismo argumento se aplica a todo fósil humano. Existen muchos yacimientos de gran antigüedad en Europa, en Asia y sobre todo en África, que han proporcionado hallazgos que se reconocen sin problemas como señales de actividad humana. Consisten principalmente en restos de utensilios de piedra tallada, que, evidentemente, sobreviven sumamente bien. De vez en cuando, como ocurrió en Boxgrove, se encuentran huesos de animales con marcas de cortes deliberados. Y muy de vez en cuando, aparecen auténticos huesos humanos. Estos ejemplares, extraordinariamente escasos y célebres, han sido estudiados y debatidos por los paleontólogos durante décadas. Sus nombres —*Homo habilis, Homo erectus, Homo heidelbergensiSy Homo neanderthalensis*— reflejan los sucesivos intentos de clasificarlos en diferentes especies. Sin embargo, se trata de especies definidas sobre la base de los rasgos anatómicos preservados en los esqueletos, sobre todo en los cráneos, y no en el sentido

biológico de especies diferentes, genéticamente aisladas, incapaces de interfecundarse. Se trata de una clasificación de trabajo, sin consecuencias evolutivas. A partir sólo de las formas de los huesos no hay manera de saber si los humanos (empleo el término «humano» aplicado a todo el género *Homo)* de diferentes partes del mundo eran capaces de cruzarse con éxito. Si podían interfecundarse, existe la posibilidad de que intercambiaran genes y propagaran mutaciones. Todos formarían parte del mismo fondo genético. Pero en cuanto los diferentes tipos de humanos fueran incapaces de interfecundarse, ya no podrían intercambiar genes. Se habrían convertido en especies *biológicas* diferentes, con fondos genéticos aislados. Sus rutas evolutivas quedarían irreversiblemente separadas, emprendiendo diferentes direcciones sin posibilidad de vuelta atrás. Si, más adelante, dos o más de estas especies entraran en conflicto por el espacio o por los recursos, a menos que se llegara a un compromiso, una de las especies se extinguiría.

Esta es la cuestión de base de una de las más duraderas y arraigadas controversias sobre la evolución humana. Las diferentes especies definidas por los paleontólogos —*Homo erectus, Homo neanderthalensis* y nuestra propia especie, *Homo sapiens*—1 ¿forman parte de un mismo fondo genético o no? O dicho de otra manera, ¿los humanos modernos son descendientes de los fósiles encontrados en su parte del mundo, o dichos fósiles son restos de especies humanas genéticamente separadas y ya extinguidas?

No puede haber dudas serias de que todos los humanos que viven en la actualidad son miembros de la misma especie, *Homo sapiens.* Los procesos históricos de los últimos siglos han entremezclado gentes de muy distintas partes del mundo, proporcionando abundantes pruebas de cruzamientos fecundos entre todas las combinaciones posibles. Esto lo digo sin estar completamente seguro de que hayan surgido ocasiones para que se intentaran *todas* las posibles combinaciones; pero estoy convencido de que si surgieran no existirían barreras genéticas para el éxito del cruce.

El registro fósil humano, aunque es incompleto y disperso, señala consistentemente a África como el origen primario de todos los humanos. En África y sólo en África se observa una progresión lógica

de fósiles que abarca los últimos tres millones de años y que presenta formas intermedias desde lo antropoide a lo humano. A juzgar por el registro fósil, los primeros humanos todavía pasaron por lo menos otro millón de años en África, antes de empezar a aventurarse en otras zonas. Los restos de Java y China se parecen a fósiles mucho más antiguos de *Homo erectus* africanos, no sólo en su aspecto físico general, sino también en los tipos de utensilios de piedra encontrados en los yacimientos. El *Homo erectus* era desde luego convincentemente humano, con su postura plenamente erguida, su voluminoso cerebro y su capacidad para fabricar y utilizar instrumentos de piedra bastante elaborados. Pero no hay indicios de fósiles más primitivos, intermedios, en ninguna parte más que en África. Sin embargo, aunque el registro fósil es tajante en su identificación de África como la cuna de la humanidad —una conclusión que muy pocos discuten actualmente—, hay que tener en cuenta algunas de sus limitaciones. Por ejemplo, nunca se han encontrado fósiles humanos en África occidental. Eso no significa que allí no hubiera humanos hasta tiempos recientes; sólo quiere decir que las selvas tropicales no son buenos sitios para convertirse en fósil cuando uno se muere. Tampoco se han encontrado fósiles de ninguno de los grandes antropoides: gorilas, chimpancés y orangutanes. En lo que al registro fósil se refiere, jamás existieron; y sin embargo, sabemos por la evidencia de nuestros propios ojos que existieron y existen.

Aunque los fragmentos del Hombre de Boxgrove y de otros cuantos ejemplares son los únicos indicios que tenemos de los primeros humanos europeos, que vivieron hace más de medio millón de años, la historia más reciente de Europa está indisolublemente unida a una forma dominante: los neandertales. En 1856, los trabajadores de una cantera de piedra caliza del valle de Neander, cerca de Dusseldorf (Alemania), acababan de volar una pequeña caverna y estaban retirando los escombros cuando encontraron parte de un cráneo y después fémures, costillas, huesos del brazo y de los hombros, Al principio pensaron que habían encontrado los restos de un oso de las cavernas, una especie extinguida cuyos restos se encontraban con bastante frecuencia en esa región de Europa. Por pura casualidad

comentaron su descubrimiento con un maestro de la zona y entusiasta naturalista, Johann Karl Fuhlrott, que en cuanto vio los huesos se dio cuenta de que aquello no era un oso de las cavernas. Durante varios años se siguió discutiendo qué era exactamente. El cráneo no era el de un simio; pero con aquellas enormes crestas ciliares tampoco era exactamente humano. Para empezar, ¿qué antigüedad tenía?

Los huesos del valle de Neander —en alemán, Neanderthal— se encontraron en una época en que el relato bíblico de la creación estaba sufriendo ataques de los geólogos, que se negaban a aceptar que el mundo sólo tuviera unos cuantos miles de años de edad. Tres años después, Charles Darwin publicó *El origen de las especies,* y la credibilidad del relato del Génesis como verdad literal empezó a desmoronarse. Poco a poco, se fue aceptando la idea de que los humanos tuvieron, efectivamente, predecesores más antiguos. Y cada vez parecía más probable que el «hombre» de Neanderthal fuera uno de ellos. Pero a esta conclusión sólo se llegó después de descartar la habitual cosecha de explicaciones paralelas que acompaña a los descubrimientos inesperados como este. Variaban desde lo sublime —era el cráneo de un hombre con una misteriosa enfermedad de los huesos que provocaba el abultamiento de las crestas ciliares— a lo ridículo: se trataba del esqueleto de un jinete cosaco que había caído herido en las guerras napoleónicas y se había arrastrado hasta la cueva para morir allí. ¿Sin su espada ni su uniforme?

Durante los cien años siguientes, se descubrieron varios fósiles más que se ajustaban al mismo patrón: huesos macizos, gran capacidad craneana (de hecho, un poco más grande que la media actual) que supuestamente alojaba un cerebro voluminoso, sin mentón saliente, con nariz prominente y las distintivas crestas ciliares. Los fósiles se encontraron en Gibraltar y el sur de España; en realidad, el primer ejemplar de Gibraltar se había desenterrado en 1848, ocho años antes del descubrimiento de Neanderthal, pero no se le prestó atención. Se encontraron más en Bélgica, Francia, Croacia y en sitios más alejados, como Israel, Iraq y una zona tan oriental como Uzbekistán. Los instrumentos de piedra encontrados en los yacimientos de neandertales eran más avanzados que los asociados con sus predecesores, pero

no mucho más. Es posible que enterraran deliberadamente a sus muertos, e incluso que cuidaran de los enfermos y moribundos. No eran los brutos sin paliativos de la imaginación popular. Pero seguía en pie la cuestión: ¿eran estos los antepasados de los europeos modernos, o sólo otro callejón evolutivo sin salida?

La misma pregunta se puede aplicar a otras partes del mundo. ¿Son los chinos modernos los descendientes de los individuos cuyos restos, de un millón de años de antigüedad, se encontraron en Zhoukoudian, cerca de Pekín? ¿Evolucionaron los antiguos pobladores de Ngandong (Java) hasta convertirse en los modernos nativos de Australia y Papua? Esta es, desde luego, la opinión de una influyente y sonora escuela de antropólogos físicos contemporáneos: los multirregionalistas. Esta escuela ve el cambio de las características físicas humanas durante el último millón de años, desde los robustos antepasados de huesos macizos hasta sus esbeltos (al menos en teoría) descendientes de huesos ligeros, como un proceso gradual de adaptación que se produjo a diferentes velocidades en distintas partes del mundo. Aunque estos grupos estaban muy alejados geográficamente unos de otros, entre ellos ha habido contactos suficientes para mantener un fondo genético común y permitir que el *Homo sapiens* moderno se pueda cruzar sin problemas con cualquier otro *sapiens* que desee. Siempre suponiendo que tenga ocasión de hacerlo.

El bando contrario —la escuela de la sustitución— se opone vigorosamente a esta imagen de continuidad. Su hipótesis es que tanto el Hombre de Neanderthal como los fósiles de Zhoukoudian y Ngandong —también conocidos como Hombre de Pekín y Hombre de Java— son restos de especies humanas extinguidas, que fueron sustituidas por una expansión mucho más reciente de *Homo sapiens* procedentes de África. La evidencia fósil que aportan en apoyo de esta hipótesis es la repentina aparición en Europa, hace unos 45.000 años, de humanos con esqueletos mucho más ligeros y cráneos casi indistinguibles de los de los europeos modernos. Nadie discute, ni siquiera los paleontólogos más dados a la polémica, que estos restos pertenecen a nuestra propia especie, *Homo sapiens.* En Europa, estos primeros ejemplares se conocen como «Hombres de Cro-Mag-

non» (así llamados, siguiendo la tradición de Neanderthal, porque uno de los primeros lugares donde se encontraron estos huesos, en 1868, fue en la cueva de Cro-Magnon, en Francia). Según la escuela de la sustitución, es inconcebible que pudiera darse una mutación de tal magnitud que transformara a los macizos neandertales en los modernos cromañones más o menos de la noche a la mañana (en términos evolutivos). Las evidencias arqueológicas —no fósiles— de la brusca sustitución de los neandertales por los cromañones son: el empleo de una serie de instrumentos mucho más avanzados y de factura más delicada, con lascas de sílex que servían como cuchillos, raspadores y punzones; la aparición, por primera vez, de huesos y astas de animales utilizados como material industrial; y un ingrediente más trascendental: el arte.

Los hombres de Cro-Magnon habían inventado el arte figurativo. Más de doscientas cuevas de Francia y el norte de España están adornadas con sus sorprendentemente bellas y vigorosas imágenes de animales salvajes. Ciervos y caballos, mamuts y bisontes decoran las paredes de las cavernas más profundas, lejos de la luz del día. No se trata de dibujos toscos o infantiloides, sino de la expresión de una imaginería madura y trabajada, una representación estilizada y mística de su mundo.

¿Es posible que los neandertales no sólo se hubieran transformado física y tecnológicamente, sino que además se hubieran convertido en artistas? Eso es precisamente lo que piensan los multirregionalistas, e incluso ven en algunos restos y utensilios de piedra evidencias de formas intermedias, como las que cabría esperar en una transición gradual. Pero en ninguna de las tierras donde se han encontrado neandertales hay precedentes del arte de las cavernas. La escuela de la sustitución brusca ha seguido la pista de la anatomía moderna y la tecnología mejorada hasta África, en lugares como Omo-Kibish (Etiopía), que tienen más de cien mil años de antigüedad. Aun así, aunque se han encontrado cráneos anatómicamente modernos en toda la ruta desde Oriente Medio a Europa, sobre todo en Qafzeh y Skhul (Israel), allí no hay ni rastro de arte.

Si no hubieran aparecido nuevas evidencias procedentes de una

fuente completamente distinta e independiente, la genética, la controversia sobre si los europeos modernos descienden de los neandertales o de los cromañones que llegaron después, ya diferenciados, habría seguido sin resolverse. En todos los campos de actividad humana en los que hay escasez de pruebas objetivas, las opiniones y las personas acaban inevitablemente polarizadas en bandos rivales. Una vez atrincherados, los ocupantes no se dejarán desalojar; preferirán morir antes que cambiar de opinión. Así estaba la situación cuando nos propusimos aplicar nuestros potentes instrumentos genéticos al problema. Y sabíamos que era muy probable que el camino que habíamos emprendido nos llevara a un campo de minas.

9

El último neandertal

El mayor poder de la genética consiste en su capacidad de decidir entre teorías rivales. En el Pacífico se había inclinado decisivamente hacia el lado del origen asiático de los polinesios, a expensas de la alternativa americana de Thor Heyerdahl. ¿Podría hacer otro tanto por Europa? ¿Podría la genética dar una respuesta igualmente clara al misterio de la suerte corrida por los neandertales? ¿Eran aquellos extraños humanos una parada intermedia en el camino hacia los modernos europeos, o se trataba de una especie esencialmente diférente, que fue desplazada por los recién llegados de África, de huesos más ligeros, más avanzados tecnológicamente y con dotes artísticas? Esta era la principal cuestión que me proponía resolver con el ADN mitocondrial. Así como el éxito con el hámster sirio me había dado confianza en la fiabilidad del segmento de ADN conocido como región de control, los brillantes resultados del Pacífico me hacían sentirme capaz de desentrañar las complejidades, mucho mayores, de Europa.

Había descubierto el verdadero origen de los polinesios estudiando la variedad genética que encontramos en sus modernos descendientes. La gran mayoría tenía secuencias de ADN idénticas o muy similares unas a otras. En todo el segmento de 500 bases que habíamos secuenciado una y otra vez, la diferencia entre unas y otras era de una sola o, como máximo, dos mutaciones. En una escala temporal evolutiva, todas esas gentes tenían un antepasado común muy reciente. La pista genética de secuencias idénticas y casi idénticas,

seguida hacia atrás, conducía de isla en isla hasta Taiwan y el sur de China. Es un mapa perfectamente dibujado de los increíbles viajes de los primeros polinesios, que se puede leer en los genes de la población moderna. Pero hay unos pocos polinesios, aproximadamente el cuatro por ciento, cuyo ADN cuenta una historia diferente. Están estrechamente emparentados unos con otros, dentro de un mismo grupo de secuencias, pero, por término medio, se diferencian de las principales secuencias polinesias en trece mutaciones. Este grupo no procedía de Asia continental, sino que su rastro, como se describe en el Capítulo 7, se puede remontar hasta la costa de Nueva Guinea, donde ellos —o tal vez sólo ella— subieron a bordo de una canoa lapita y se adentraron en el Pacífico rumbo al este.

El ADN mitocondrial había demostrado con toda claridad que las antepasadas maternas de los modernos polinesios procedían de dos lugares diferentes, de dos pueblos muy diferentes que desde entonces se han mezclado. ¿Podría darse el caso de que los europeos también presentaran una ascendencia genética claramente mixta, y que en la población actual se observara un tronco «Neanderthal» y otro tronco «Cro-Magnon»? Aunque la mezcla de genes de neandertales y cromañones podría haberse estado dando desde hace cuarenta o cincuenta mil años, en comparación con los tres o cuatro mil del Pacífico, yo estaba seguro de que aún seríamos capaces de localizar grupos distintivos en Europa, como habíamos hecho en Polinesia. La razón de que tuviera tanta confianza era el especial patrón de herencia del ADN mitocondrial. A diferencia de los cromosomas del núcleo, el ADN mitocondrial no se recombina en cada generación. Las únicas alteraciones son las que se producen por mutación, y cuarenta mil años no son tanto tiempo en términos de mutaciones. Si hubiera habido una cantidad significativa de cruzamientos entre neandertales y cromañones, encontraríamos las pruebas en la población moderna.

Sólo había una manera de averiguarlo: mi equipo de investigación tenía que empezar a tomar muestras, y a gran escala. ¿Cuál sería la mejor manera de llevarlo a cabo? ¿A quién se lo pedíamos, y cómo? ¿Y qué íbamos a pedir, una muestra de sangre? Había muchas cuestiones que resolver, pero yo tenía una cosa clara: si era posible, reco-

geríamos las muestras nosotros mismos, en lugar de utilizar colecciones anteriores. La razón científica para hacer esto era que quería estar seguro de que si una muestra procedía, por ejemplo, del norte de Gales, perteneciera a alguien cuyos antepasados vivieron en la misma zona. Nos pusimos a planear nuestra campaña. Martin Richards, que ya era el científico más antiguo del equipo, pensó en consultar a las asociaciones genealógicas de cada zona; pero yo no estaba seguro de que por ese camino pudiéramos obtener suficientes datos en poco tiempo. La subvención para nuestra investigación sólo duraría un año más, y teníamos que presentar argumentos convincentes, apoyados en resultados, para conseguir fondos con los que continuar el proyecto. Propuse recorrer las ferias de ganado vacuno y ovino, aduciendo que los granjeros eran, probablemente, la población más estable, con raíces locales bastante antiguas. Pero fue Kate Smalley, el tercer miembro del equipo, la que encontró la solución.

Kate había sido profesora antes de dedicarse a la investigación, y se le ocurrió que si escribíamos a los colegios en los que se enseñaba biología en sexto curso, podríamos combinar una presentación de la genética moderna con una recolección de muestras. Esta idea tenía muchos aspectos positivos. Kate opinaba que podríamos empezar con fuerza si planteábamos esta sugerencia a los colegios, no sólo porque la genética estaba empezando a ocupar cada vez más espacio en los programas de enseñanza, sino también porque proporcionaba a los profesores un par de días libres. Tenía toda la razón, y la respuesta de los colegios consultados fue favorable en un 100 por cien.

¿Por dónde íbamos a empezar? Tendríamos que centrarnos en zonas en las que estuviéramos seguros de encontrar una elevada proporción de familias establecidas desde hace mucho tiempo. Yo había estado leyendo unos antiguos artículos escritos en los años cincuenta sobre grupos sanguíneos en Gales. Una anécdota en particular me llamó la atención. Era un informe sobre formas curiosas de la cabeza, supuestamente encontradas en el centro de Gales. En aquellos tiempos, afortunadamente ya pasados, las medidas del cráneo todavía constituían una fuente respetable de información para los antropólogos físicos empeñados en clasificar toda la humanidad en dife-

rentes tipos raciales. Según aquel informe, las cabezas de algunos habitantes del centro de Gales tenían un curioso parecido con la del «Hombre de la Edad de Piedra», sea lo que sea eso. Al parecer, una sombrerería de la ciudad comercial de Llandysul, no lejos de Cardigan, tenía que confeccionar de manera habitual sombreros hechos a medida, porque muchos de sus clientes no encajaban en las tallas convencionales. Estas cosas no se las puede uno tomar muy en serio; pero tampoco hay que descartarlas por completo de buenas a primeras. Al fin y al cabo, fueron las medidas del cráneo las que hicieron que Arthur Mourant se fijara en los vascos cuando buscaba a los descendientes de la población «original» de Europa. Así pues, Gales parecía un buen sitio para empezar, y en menos de un mes Kate había organizado una gira de una semana por todo el principado.

A principios de la primavera de 1992 emprendimos viaje en dos coches, después de haber trazado un complicado mapa de recorridos en forma de pinza: dos parejas (se nos había unido Catherine Irven, que se había tomado una semana libre de otro proyecto) tomarían diferentes rutas por el país y se encontrarían a la mitad del recorrido, para ver cómo les iba a los otros. El coche que yo tenía en aquella época era un Jaguar/Daimler Mk II de treinta años de antigüedad, que había comprado en un arrebato de absoluta locura el año anterior, en un garaje de Nueva Zelanda, y me había traído en barco a Inglaterra. Tenía tendencia a que se le salieran los tubos del agua con bastante frecuencia, haciendo que el refrigerante se derramara y elevando la temperatura del motor a niveles astronómicos hasta que acababa por descacharrarse del todo. Así pues, además del equipo para tomar muestras de sangre, me vi obligado a cargar con toda una caja de herramientas... y menos mal que lo hice. Cuando llegábamos al colegio de Bala, en la zona centro-norte de Gales, se produjo una ruidosa explosión y un pestilente olor a aceite quemado llenó el coche. Paramos en el aparcamiento, al lado del patio de recreo, y mientras los niños nos miraban por las ventanas de las clases, miré bajo el capó para ver qué había ocurrido esta vez. Había aceite negro por todas partes, y de los sitios donde el aceite había tocado los tubos de escape salían nubes de humo gris e irritante. Aquella no era la mejor

manera de llegar. No podía arreglarlo sin ponerme perdido de aceite, y no es ese el mejor aspecto con que puedes presentarte si quieres tomar muestras de sangre. Bajé el capó y entré en el colegio.

A veces, los problemas no se limitaban al exterior. Habíamos comunicado a los colegios que agradeceríamos que informaran de nuestra llegada a los periódicos locales, si les parecía bien. Aquello nos había parecido una buena idea... hasta que llegamos a Ysgol-y-Gader, en Dolgellau. Sentado junto a la directora del colegio, en su despacho, había un periodista del *Caernarvon and Denbigh Herald*.

—¿Así que vienen a tomar muestras de sangre a los niños? —preguntó, iniciando la entrevista de un modo bastante inocente.

—Pues sí —respondí—. Pero sólo para obtener ADN, el material genético.

—¿Por qué han venido a Dolgellau? —siguió preguntando.

Le hice una breve descripción general de nuestro proyecto y de lo que pretendíamos hacer. Le expliqué que, debido a que la población ha estado establecida allí durante varios siglos, nos interesaban de manera especial las zonas de Gales como Dolgellau, donde aún se hablaba el idioma gales. Me pareció que no 'me creía.

—En realidad, están aquí debido a la central nuclear, ¿verdad? —me miró directamente a los ojos—. Quieren comprobar si los niños tienen mutaciones, ¿verdad?

Me quedé estupefacto. Dolgellau está a pocos kilómetros al sur del reactor nuclear de Trawsfynnyd. Pocos meses antes, la prensa había publicado noticias que relacionaban las mutaciones aparecidas en niños que vivían cerca de la planta de reprocesamiento nuclear de Sellafield (Cumbria) con el trabajo de sus padres en dicha planta. La expresión de la directora del colegio cambió rápidamente, de levemente interesada a terriblemente recelosa. ¿Estaba siendo utilizado su colegio, y ella misma, por agentes encubiertos de la industria nuclear que se hacían pasar por académicos enfrascados en un supuestamente inocente estudio de los genes celtas?

—Claro que no —balbuceé, y a continuación solté un torrente de negativas y confirmaciones. Repetí la explicación del proyecto científico, la descripción del ADN mitocondrial, el resumen de nuestro

trabajo con huesos antiguos, y terminé con lo que me pareció que constituiría un certificado irrefutable de nuestra integridad.

—Además —dije con toda confianza—, acabamos de hacer una investigación igual en el Pacífico Sur.

Aquello tenía que convencerlos. Eso creía yo.

—¿No es allí donde prueban las bombas atómicas? —replicó el periodista, rápido como un rayo.

Gruñí, respiré hondo y me lancé a otros veinte minutos de explicaciones. Por fin, los dos quedaron convencidos de nuestra inocencia y pudimos continuar.

Al final de mi charla al sexto curso, llegó el momento de pedir muestras de sangre. Aquí era donde yo esperaba encontrar ciertas dificultades. Para obtener ADN de escolares mayores (tienen que ser mayores de 16 años para poder dar su consentimiento legal), queda descartado tomar una muestra grande de sangre, así que nos conformábamos con extraer una gota pinchando un dedo. Esto podía resultar un poco molesto, y nos preocupaba que nadie se ofreciera voluntario. Al principio, para demostrar que no dolía, me pinché mi propio dedo y deposité la gotita de sangre en una cartulina absorbente especial. A continuación, lo hizo el profesor; y tras él, todos los alumnos, uno tras otro. Para unos chavales que no lo han hecho nunca, esto exige un poco de valor. Pero la sorpresa más agradable vino después. Precisamente porque habían hecho algo valeroso, en cuanto terminaron, los chicos salieron disparados de la clase y del colegio —era ya la hora de la comida— para desafiar a sus amigos a hacer lo mismo. Se formó una cola de solicitantes, todos los cuales juraban tener más de 16 años y suplicaban que se les tomara una muestra, no por su grandísimo interés en el proyecto, sino porque querían demostrar que eran tan valerosos como sus amigos. Esta oleada de valentía se extendió hasta el personal subalterno y las cocinas, de manera que cuando empezaron las clases de la tarde teníamos muestras de sangre de todos los chicos en edad de participar, los profesores, los bedeles y las cocineras.

Al terminar la semana teníamos más de seiscientas muestras de sangre de todo Gales, secas en sus tarjetas. Unos resultados que su-

peraban con mucho nuestras expectativas. Aunque pueda no parecer gran cosa, y aunque sólo constituye una minúscula proporción de la población total de Gales, que asciende a casi tres millones, seiscientas secuencias de ADN mitocondrial serían más que suficientes para hacerse una idea muy aproximada de la estructura genética general del principado. Al volver al laboratorio, recortamos de las tarjetas los círculos de sangre seca y nos dispusimos a extraer las pequeñísimas cantidades de ADN que contenían. Aunque en la sangre existen muchas células, la mayoría de ellas no nos servía para nada. Los glóbulos rojos, que transportan el oxígeno y dan a la sangre su color rojo, están tan especializados que no necesitan ni núcleo ni mitocondrias; estos componentes superfluos son expulsados al principio de la vida de las células, que, como consecuencia, no tienen nada de ADN. Sólo los glóbulos blancos, cuya función consiste en buscar y destruir bacterias y virus invasores, conservan su ADN nuclear y mitocondrial. Los glóbulos blancos constituyen tan sólo el 0,1 por ciento de las células de la sangre, así que aunque una gota de sangre puede contener cincuenta millones de células, sólo cincuenta mil de ellas contienen ADN. Pero con esto basta y sobra para que funcione el método de amplificación de ADN, que es exquisitamente sensible. Para obtener ADN de las gotas de sangre utilizamos la misma receta que usan los laboratorios forenses con las ropas manchadas de sangre cuando quieren hacer una identificación genética. Se hierven las manchas de sangre seca en una solución alcalina, que rompe las células y disuelve el ADN, y a continuación se añade una resina que absorbe el hierro que ha escapado de los glóbulos rojos y que podría interferir con la reacción de amplificación del ADN. La verdad es que funcionó muy bien, y al poco tiempo teníamos ya nuestras cien primeras secuencias de ADN mitocondrial de Gales.

En comparación con la relativa sencillez de las secuencias polinesias, los resultados de Gales fueron de lo más variado. No había en Gales señales de una clara distinción, análoga a la observada en Polinesia, donde los dos grupos diferenciados eran claramente el resultado de una mezcla de pueblos de orígenes muy diferentes. Esta vez parecía que teníamos un pequeño número de grupitos, todos muy

relacionados unos con otros, en lugar de dos grupos grandes que se diferenciaran en un gran número de mutaciones. Esto no se parecía en nada a la mezcla de dos tipos muy diferentes de ADN mitocondrial que habría sido de esperar si la población de Gales tuviera una ascendencia mixta de neandertal y cromañón. Si Gales era representativo del conjunto de Europa, lo que estábamos viendo indicaba un linaje común relativamente reciente para toda la población.

En la región de control —un segmento del ADN mitocondrial de 500 bases de longitud—, la diferencia media entre dos de nuestros voluntarios de Gales tomados al azar era de tres mutaciones. Teniendo en cuenta el ritmo de funcionamiento del «reloj» del ADN mitocondrial —que permite afirmar que dos personas que sólo se diferencien en una mutación tuvieron una antepasada materna común hace unos diez mil años—, los resultados de Gales indicaban que sólo había que remontarse unos treinta mil años para conectar a dos galeses cualesquiera; e incluso la diferencia más extrema entre dos de nuestros voluntarios, que era de ocho mutaciones, significaba que tuvieron una antepasada común hace sólo ochenta mil años. Aunque esto es muchísimo tiempo, no es bastante para que uno de ellos fuera descendiente de una neandertal y el otro de una cromañón. A menos que los paleontólogos de la escuela de la sustitución estuvieran muy equivocados, la última antepasada común de los neandertales y los cromañones tenía que haber vivido hace, por lo menos, doscientos cincuenta mil años. Esto significa que el ADN mitocondrial de un descendiente de neandertal y el de un descendiente de cromañón deberían diferenciarse, por término medio, en veinticinco mutaciones, por lo menos. La mayor diferencia que observamos en Gales era de sólo ocho mutaciones. Esta no era una población mixta de humanos antiguos y modernos. O bien los galeses eran todos neandertales, o bien eran todos cromañones. Pero ¿cuál de las dos cosas eran?

Las pocas secuencias procedentes de otras partes de Europa occidental no daban a entender que los galeses fueran completamente diferentes del resto. La alternativa radical, 100 por cien de antecesores neandertales o 100 por cien de cromañones, parecía aplicable a toda Europa. La prueba decisiva para distinguir cuál de los dos lina-

jes competidores era el auténtico sería una comparación entre las secuencias europeas y los datos equivalentes de otras partes del mundo, lo cual incluía nuestros datos de Polinesia. Si existían grandes diferencias entre los europeos y los polinesios, del orden de veinticinco mutaciones o más, entonces habría que apostar por un origen neandertal para todos los europeos modernos. Si las diferencias eran mucho menores, ello significaría un 100 por cien de origen cromañón para los europeos y una victoria para la escuela de la sustitución, a expensas de los multirregionalistas.

Cuando examinamos los datos, el mayor número de diferencias (mutaciones) que encontramos entre dos personas fueron las catorce que separaban a Teri Tupuaki, un pescador de Mangaia (islas Cook), y la señora Gwyneth Roberts, cocinera del colegio de Bala, en el norte de Gales. Estas dos personas, que viven a medio mundo de distancia, resolvieron entre las dos un enigma que había tenido divididos a los estudiosos durante la mayor parte del siglo xx. Los europeos no eran tan diferentes del resto del mundo; desde luego, no tan diferentes como para justificar que se creyera que todos ellos descendían de neandertales. Y puesto que se trataba de todo o nada, los neandertales debían de haberse extinguido. Todos los europeos modernos deben remontar su linaje a pueblos que llegaron hace mucho menos tiempo: a los cromañones, con su esqueleto más ligero, su tecnología de sílex mucho más avanzada y su maravilloso arte. Había habido una sustitución completa de una especia humana por otra. Lo que la genética por sí sola no puede decir es si se trató de un proceso activo y violento, en el que los recién llegados —nuestros antepasados— expulsaron o exterminaron a los neandertales residentes, o si fue su superioridad tecnológica y mental la que fue marginando poco a poco a los antiguos habitantes. El registro fósil deja claro que los neandertales aguantaron por lo menos quince mil años desde que llegaron a Europa occidental los primeros cromañones, hace cuarenta o cincuenta mil años. Cuando expiró el último neandertal —posiblemente en el sur de España, donde se han encontrado los esqueletos más recientes—, su muerte trazó una línea que cerraba otra fase de la ocupación humana de Europa. Una era que había durado un cuar-

to de millón de años terminó de manera definitiva e irreversible en una caverna del sur de España, hace unos 28.000 años.

Confieso que me causó cierta sorpresa, y cierta decepción, que la sustitución fuera tan completa. Aunque ahora ya hemos secuenciado el ADN mitocondrial de más de seis mil europeos, no hemos encontrado ni uno solo que sea remotamente creíble como superviviente de la estirpe neandertal. Por supuesto, no hemos secuenciado a toda la población, ni hemos podido aún recibir muestras de todos los rincones del continente. Mantengo la esperanza de que algún día, al mirar un conjunto de lecturas del aparato secuenciador, encuentre una secuencia tan diferente del resto que evoque el débil eco de un cruce entre cromañón y neandertal que diera como fruto el nacimiento de un niño. Si llegamos a encontrarla, es imposible que nos pase inadvertida. En 1997 se secuenció el ADN mitocondrial del primer esqueleto de neandertal, el hallazgo original del valle del Neander. Presentaba veintiséis diferencias con respecto al europeo moderno medio, más o menos lo que se había anticipado para una especie cuyo último antepasado común con el *Homo sapiens* vivió hace un cuarto de millón de años. La secuencia de ADN de un segundo neandertal, este encontrado en las montañas del Cáucaso, se publicó en la prensa científica en el año 2000. Tenía el mismo grado de diferencia con los humanos modernos. Aquellos no fueron nuestros antepasados.

En 1998, se encontró en Portugal parte del esqueleto de un niño con rasgos anatómicos intermedios entre las formas neandertal y cromañón. ¿Podría ser una prueba de cruzamientos fértiles entre los dos tipos de humanos? Podría ser. Todavía no se ha analizado el ADN del niño. Pero si estos cruzamientos hubieran sido frecuentes, no cabe duda de que veríamos las evidencias en el fondo genético mitocondrial moderno, y lo cierto es que no las vemos. Si la interacción entre neandertales y cromañones se pareció a los encuentros históricos más recientes entre unos recién llegados y los habitantes originales de un territorio, cabría suponer que los cruzamientos habrían tenido lugar principalmente entre hombres cromañón y mujeres neandertal, y no al revés. En ese caso, el ADN mitocondrial sería un excelente in-

formador de dichos encuentros, porque, aunque la descendencia tendría una mezcla a partes iguales del ADN nuclear de los dos progenitores, su ADN mitocondrial, heredado de la madre, sería 100 por cien neandertal. Como genetista, se me hace muy difícil imaginar que existieran tabúes sociales o de otro tipo tan fuertes como para que esto no ocurriera nunca; pero es preciso recurrir una y otra vez a la evidencia: la completa ausencia de ADN mitocondrial neandertal en la Europa moderna.

¿Es posible que sí que hubiera contactos sexuales, pero que éstos no produjeran descendencia viable y fértil? En el mundo animal existen muchos ejemplos de hibridaciones entre diferentes especies, que dan lugar a descendientes perfectamente sanos, pero estériles. El ejemplo clásico es el mulo, fruto del cruce accidental o intencionado entre un burro y una yegua. Los genes del asno y los del caballo deben de ser mutuamente compatibles, porque los mulos son fuertes, sanos y plenamente funcionales, excepto a la hora de reproducirse. Esto se debe a que el asno y el caballo tienen diferente número de cromosomas: el caballo tiene 64 cromosomas y el burro 62. Todos los mamíferos, incluidos los humanos, heredan media dotación cromosómica de cada progenitor, y así obtienen su dotación completa. Así pues, un mulo recibe 32 cromosomas de su madre la yegua y 31 de su padre el burro... y se junta con 63 cromosomas. Esto no representa ningún problema para las células somáticas del mulo, porque tanto los genes caballares como los asnales se pueden leer, independientemente de en qué cromosoma estén. Pero cuando los mulos intentan reproducirse, empieza la confusión. Para empezar, al tratarse de un número impar, es imposible dividir en dos mitades una dotación de 63 cromosomas. Pero además, el sobrecruzamiento y recombinación de los cromosomas que ocurre en cada generación da lugar a la formación de espermatozoides de mulo y óvulos de muía con dos copias de algunos genes y ninguna de otros. Por estas dos razones, los mulos no pueden engendrar descendientes.

¿Es posible que los encuentros entre neandertales y cromañones estuvieran también condenados a producir una sola generación de híbridos estériles, porque tenían diferente número de cromosomas?

Nuestros parientes primates más próximos, los grandes simios antropoides (gorilas, chimpancés y orangutanes) tienen un par de cromosomas más que nosotros. En algún momento de los seis millones de años transcurridos desde que los humanos y los simios antropoides se escindieron de nuestra ascendencia común, dos cromosomas que aún están separados en los grandes simios se fusionaron en el linaje humano, formando nuestro cromosoma número 2. No se sabe en qué momento de nuestra historia evolutiva ocurrió esta fusión de cromosomas, pero si se produjo *después* de la separación de los linajes que dieron lugar a los cromañones y a los neandertales, entonces habría habido un desequilibrio cromosómico entre los neandertales, con 48 cromosomas, y los cromañones con sólo 46. Los descendientes de un cruce entre cromañón y neandertal tendrían 47 cromosomas y, aunque pudieran parecer completamente sanos, se toparían con las mismas dificultades que los mulos a la hora de producir espermatozoides y óvulos. No se sabe cuántos cromosomas tenían los neandertales, pero confío en que algún día seamos capaces de averiguarlo. Creo que el experimento se podría llevar a cabo. Hasta entonces, no podemos saber si la completa ausencia de ADN mitocondrial del tipo neandertal en la Europa moderna es atribuible a una incompatibilidad fundamental, biológica o social, entre nuestros antepasados cromañones y la otra especie humana con la que compartieron el continente.

La publicación de nuestras conclusiones genéticas sobre la extinción de los neandertales fue acogida con un coro burlón de incredulidad por la prensa popular británica. El *Daily Express* publicó una imagen de un neandertal junto a una fotografía de Liam Gallagher, el cantante de Oasis. ¿Cómo podían los genetistas decir que los neandertales se habían extinguido, ante una evidencia tan abrumadora de que estaban vivos y sanos en la Inglaterra de finales del siglo xx? Por supuesto, estaban jugando de manera facilona con el estereotipo del neandertal como bruto y subnormal, algo de lo que no existe ninguna prueba. Fue este tipo de prejuicios lo que me disuadió de responder a las varias cartas y llamadas que recibí de personas que estaban seguras de que algún conocido suyo (nunca ellos mismos, por supues-

to) era sin duda alguna un neandertal. Todavía me acuerdo de la carta de Larry Benson, de Santa Bárbara (California), que me escribió para decirme que un cajero de supermercado de su pueblo presentaba todas las características de un neandertal. Al parecer, se trataba de un hombre muy amable, que (según aseguraba mi corresponsal) se prestaría con mucho gusto a aportar una muestra para el análisis de ADN. No acepté la oferta.

Así pues, los neandertales se extinguieron. Fueron completamente sustituidos en Europa y en todos sus territorios por la nueva especie *Homo sapiens,* tecnológica y artísticamente superior, representada en Europa por los cromañones. Lo que ocurrió en Europa, en la medida en que la genética nos permite deducirlo, ocurrió también en el resto del mundo: el *Homo sapiens* se convirtió primero en la especie humana dominante y después en la única especie humana, eliminando por completo a las formas anteriores. Los neandertales —o el *Homo neanderthalensis,* como ahora podemos llamarlo justificadamente, habiendo establecido que constituía una especie diferente de la nuestra— desaparecieron de Europa, y el *Homo erectas* desapareció de toda Asia. No está claro si el *Homo sapiens* y el *Homo erectus* llegaron a coincidir en Asia. En China hay un hueco en el registro fósil, correspondiente al período entre 40.000 y 100.000 año atrás. Es posible que el *Homo erectus* ya se hubiera extinguido antes de que llegara el *Homo sapiens.* No hay evidencias fósiles de que el *Homo erectus* llegara a Australia ni a las Américas, lo que parece indicar que los *sapiens* fueron los primeros habitantes humanos de estos dos continentes. En África, donde empezó la evolución del *Homo sapiens* como especie, la correspondiente sustitución de otros humanos pudo ser brusca o gradual. Fuera cual fuese el mecanismo, y fuera cual fuese el motivo, el *Homo sapiens* ha sustituido por completo a las otras especies humanas en todo el mundo. Cuando murió el último neandertal, hace veinte mil años, sólo quedó una especie humana para dominar el planeta: la nuestra.

No existen en ninguna parte indicios claros de cruzamientos, ningún vestigio convincente de genes anteriores de aquellas especies derrotadas. Pero, como en el caso de los europeos, aún queda mucho

por investigar. ¿Quién sabe lo que nos dirá la próxima muestra? ¿Quién puede asegurar que en las remotas montañas de Bhutan, en los desolados desiertos de Arabia, en las selvas de África central o en las atestadas calles de Tokio no hay una sola persona que lleva la evidencia de una historia diferente grabada en alguna parte de sus genes?

10

Cazadores y agricultores

Aunque la tecnología lítica de los cromañones representaba un significativo avance con respecto a los artefactos de los neandertales, la vida en el Paleolítico se seguía basando en la caza. Los arqueólogos dividen la Edad de Piedra en tres fases, basándose en el tipo de utensilios de piedra que se utilizaban. No es una clasificación clara y tajante, y algunas de las fronteras son difusas, pero ha perdurado porque es una manera práctica de referirse a los principales aspectos de un yacimiento arqueológico, donde la única evidencia en que apoyarse son los artefactos que allí se encuentran. Un arqueólogo experimentado puede decir al primer vistazo si el yacimiento corresponde al Paleolítico, al Mesolítico o al Neolítico, por las características de los utensilios de piedra y otros artefactos encontrados en él, y sin necesidad de encontrar huesos humanos que le sirvan de ayuda.

La Edad de la Piedra Tallada o Paleolítico (del griego *paleaos,* antiguo, y *lithos,* piedra) abarca el período comprendido entre la aparición de los primeros instrumentos de piedra, hace unos dos millones de años, hasta el final del último Período Glacial, hace unos quince mil años. Existen enormes diferencias entre las rudimentarias hachas de mano correspondientes al principio de este período y los instrumentos de sílex delicadamente tallados que se encuentran al final. Para diferenciar las diversas fases de este desarrollo, el Paleolítico se divide en tres subperíodos: inferior, medio y superior. El Paleolítico inferior coincide aproximadamente con los tiempos del

Homo erectus; el Paleolítico medio corresponde más o menos a la época de los neandertales; y la fase más reciente, el Paleolítico superior, corresponde al período que comenzó en África hace unos 100.000 años, cuando por fin apareció en escena el *Homo sapiens.* En Europa, el Paleolítico superior no comienza hasta la aparición de los primeros *Homo sapiens,* los cromañones, hace entre cuarenta y cincuenta mil años.

Tras el final del último Período Glacial, la Edad de la Piedra Intermedia, o Mesolítico, nos lleva hasta los comienzos de la agricultura. La frontera entre el Paleolítico superior y el Mesolítico es muy borrosa. Aumenta la perfección de los utensilios de piedra tallada y aparecen instrumentos de estilos característicos, hechos de hueso y asta. Se han encontrado muchos más yacimientos a lo largo de las costas. Sin embargo, no aparece una tecnología de la piedra completamente nueva, comparable a la que separa el Paleolítico medio del superior. En cambio, al otro extremo del Mesolítico, la transición es espectacular. La Edad de la Piedra Pulimentada o Neolítico es la era de la agricultura, y está asociada a toda una nueva gama de utensilios: hoces para cortar las espigas de trigo, piedras para moler el grano... y casi siempre, las primeras muestras de alfarería.

Los cromañones del Paleolítico superior europeo vivían en pequeñas bandas nómadas que seguían a los animales que cazaban, cambiando de campamento con las estaciones. Aunque todavía hay en el mundo unos pocos pueblos —cada vez menos— que viven de este modo, para casi todos nosotros (y desde luego, para casi todos los que estén leyendo este libro), la base fundamental de la vida ha cambiado radicalmente. Esto se ha debido a la única revolución técnica que eclipsa a todos los refinamientos en la forma y acabado de los instrumentos de piedra, por su importancia en la creación del mundo moderno. Dicha revolución fue la agricultura. En un plazo de tan sólo diez mil años, la vida humana ha cambiado hasta hacerse irreconocible, y el origen de todos estos cambios se puede remontar a cuando adquirimos el control de la producción de alimentos.

Hace unos diez mil años, nuestros antepasados cazadores-recolectores habían llegado a todas las partes del mundo, exceptuando las

más inaccesibles. Desde Siberia habían llegado a América del Norte y del Sur. Australia y Nueva Guinea habían sido colonizadas después de grandes viajes marítimos, y todas las partes habitables de los continentes africano y europeo estaban ocupadas. Sólo en las islas de Polinesia, Madagascar, Islandia y Groenlandia no se había dejado sentir todavía la mano humana. Hordas de diez a cincuenta personas vagaban de un lado a otro, sobreviviendo con la carne que podían cazar, o con carroña que encontraban, y recogiendo frutas silvestres, frutos secos y raíces. Después, de manera independiente y en diferentes momentos, al menos en nueve partes diferentes del mundo, comenzó la domesticación sistemática de plantas y animales. Empezó primero en Oriente Medio, hace unos diez mil años, y en pocos milenios habían surgido nuevos centros agrícolas en los actuales territorios de India, China, África occidental y Etiopía, Nueva Guinea, América central y el este de Estados Unidos. No fue un proceso repentino, pero una vez comenzado ejerció una influencia inexorable e irreversible en la trayectoria de nuestra especie.

Nunca se ha dado una explicación completamente satisfactoria de por qué la agricultura comenzó cuando comenzó, ni de cómo surgió en diferentes partes del mundo durante un período en el que no había posibilidades realistas de contacto entre un grupo y otro. Era una época en la que el clima iba mejorando, aunque de manera irregular, tras los rigores del último período glacial. Se iba volviendo más cálido y más húmedo. Los desplazamientos de los animales se hicieron menos predecibles a medida que cambiaban las pautas de lluvia. Aun así, ninguna de estas cosas explica por sí sola el radical cambio de vida, de cazadores-recolectores a agricultores. ¿Por qué no había ocurrido antes? Entre los períodos glaciales hubo varios interludios cálidos en los que el clima habría favorecido una experimentación semejante. Posiblemente, lo que faltaba era una mente capaz de experimentar.

Fueran cuales fuesen los motivos de la invención de la agricultura, no cabe duda de su efecto. En primer lugar, la cantidad de humanos empezó a aumentar. En términos aproximados, y con grandes variaciones según el terreno, un cazador-recolector necesita diez kilómetros cuadrados de tierra para sobrevivir. Si esa misma zona se

utiliza para cultivar plantas o criar animales, su productividad puede aumentar hasta cincuenta veces más. Ya no son necesarios los desplazamientos estacionales para seguir a la caza o buscar plantas silvestres. Muy poco a poco, los campamentos se hicieron permanentes, y con el tiempo empezaron a aparecer aldeas y ciudades. En poco tiempo, la producción de alimentos se hizo mayor que el esfuerzo humano necesario para mantener el proceso. Ya no era imprescindible que todos trabajaran en ello sin parar, así que algunas personas pudieron dedicarse a otras actividades y se convirtieron en artesanos, artistas, místicos y especialistas de diversos tipos.

Pero no todo eran buenas noticias. La proximidad de los animales domésticos y la aglomeración de las poblaciones humanas en las aldeas y ciudades dieron lugar a la aparición de epidemias. El sarampión, la tuberculosis y la viruela cruzaron la barrera de las especies y se transmitieron del ganado a los humanos; los cerdos, patos y gallinas contagiaron la gripe, la tos ferina y la malaria. El mismo proceso continúa en nuestros tiempos con el sida y la encefalopatía espongiforme bovina. Poco a poco, en las poblaciones expuestas fue aumentando la resistencia a estas enfermedades, que se fueron haciendo menos graves. Pero cuando los patógenos encontraban una población que no había estado expuesta con anterioridad, estallaban con toda su furia inicial. Esta pauta se iba a repetir durante toda la historia humana. La colonización de Norteamérica por los europeos tras el viaje de Cristóbal Colón en 1492 se vio facilitada por la infección accidental (o a veces deliberada) de los nativos americanos con enfermedades epidémicas, como la viruela, que mataron a millones de ellos.

El primer núcleo de domesticación del que tenemos noticias apareció hace unos once mil años en Oriente Medio, en la zona conocida como el Creciente Fértil. Dicha región comprendía partes de las actuales Siria, Iraq, Turquía e Irán, y está regada por los cursos altos de los ríos Tigris y Eufrates. Aquí o cerca de aquí, los cazadores empezaron a congregarse y a comer las semillas de plantas silvestres. Todavía dependían de las manadas migratorias de antílopes que cruzaban las praderas en sus migraciones estacionales, pero las semillas

eran abundantes y fáciles de recolectar. Aquello no era agricultura, sino simplemente otro aspecto de la recolección de frutos silvestres. Inevitablemente, algunas semillas cayeron al suelo, germinaron y dieron lugar a plantas al año siguiente. Una vez que se observó esta reproducción accidental, no debió de costar mucho dar el paso de sembrar deliberadamente cerca de los campamentos, que ya por entonces eran más o menos permanentes en esa parte del mundo, gracias a la abundancia de comida silvestre. Con el tiempo, se fueron seleccionando las plantas que producían los granos más gruesos, y las variantes genéticas que los producían se hicieron más abundantes en el fondo génico. Había comenzado la auténtica domesticación.

El mismo proceso se repitió en otras partes del mundo en períodos posteriores y con diferentes cultivos: arroz en China, caña de azúcar y taro en Nueva Guinea, teocinte (el antepasado silvestre del maíz) en América central, calabaza y girasol en el este de Estados Unidos, judías en la India, mijo en Etiopía y sorgo en África occidental. Y no sólo fueron plantas silvestres: también se empezaron a domesticar animales salvajes. Ovejas y cabras en Oriente Medio, y también vacas, que más tarde se domesticaron de manera independiente en la India y en África; cerdos en China, caballos y yaks en Asia central, llamas en los Andes sudamericanos... todos ellos se domesticaron para una vida de servicio. Aunque la mayoría de las especies se resistió al proceso —por ejemplo, los cérvidos nunca se han llegado a domesticar verdaderamente, ni siquiera ahora—, la esclavización de animales y plantas para producir alimentos fue el catalizador que permitió al *Homo sapiens* conquistar y dominar la tierra.

Pero ¿cómo se logró tal cosa? ¿Hubo una sustitución de los cazadores-recolectores por los agricultores, similar al desplazamiento de los neandertales por los cromañones, más avanzados tecnológicamente? ¿O fue más bien *la idea* de la agricultura, y no los agricultores propiamente dichos, lo que se extendió desde el Oriente Medio hasta Europa? Esto parecía otro caso de teorías rivales que se podía resolver por medio de la genética, así que nos propusimos resolverlo.

En el verano de 1994, habiéndome asegurado ya la subvención por tres años que necesitaba para seguir adelante, había reunido va-

rios centenares de secuencias de ADN de toda Europa, además de las muestras que habíamos adquirido dos años antes en nuestro recorrido por Gales. Casi todas habían sido recogidas por el equipo de investigación, o a través de amigos, cada vez que se presentaba la ocasión. Un amigo mío tenía una novia en el país vasco español, así que sorprendió a su futura familia política presentándose con una caja de lancetas y dedicándose a pinchar los dedos de amigos y familiares. Un estudiante de medicina alemán que estaba pasando el verano en mi laboratorio, trabajando en otro proyecto, fue a hacer parapente en Baviera y se llevó en la mochila el equipo para tomar muestras. Otras muestras de ADN llegaron de colegas de orientación similar que trabajaban en Alemania y Dinamarca y nos enviaron paquetitos que contenían cabellos pegados a tiras de cinta adhesiva. Las raíces del pelo son una buena fuente de ADN, pero son difíciles de manejar y mucha gente, sobre todo los rubios, tiene un pelo que se rompe antes de que salga la raíz. Y arrancar pelos duele.

Transcurrió otro año, y a principios del verano de 1995 empezaron a aparecer en la prensa científica trabajos sobre el ADN mitocondrial, procedentes de lugares tan distantes como España, Suiza y Arabia Saudí. Para publicar en las revistas científicas, es siempre requisito imprescindible depositar los datos brutos, en este caso las secuencias mitocondriales, en una base de datos de acceso libre; de modo que, con la ayuda de esos informes, pudimos acrecentar aún más nuestro acopio de muestras. Los artículos, en sí mismos, no eran muy animadores. El tratamiento estadístico de los datos estaba bastante limitado por los programas de ordenador disponibles en aquel momento, y se reducía a comparaciones entre las medias de distintas poblaciones y a la elaboración de los dichosos árboles de población. Con este tratamiento, las poblaciones se parecían mucho unas a otras, y los autores llegaban inevitablemente a conclusiones pesimistas acerca de la validez de los estudios sobre ADN mitocondrial en Europa. En comparación con los dramas genéticos que salían a la luz en África, donde existían diferencias mucho mayores entre las secuencias de ADN de distintas regiones, Europa empezaba a adquirir reputación de aburrida y poco interesante. Yo no estaba nada de acuerdo con eso.

Había montones de variaciones. Rara vez encontrábamos dos secuencias iguales. ¿Qué importaba que África fuera «más apasionante»? Queríamos saber cosas sobre Europa, y yo estaba seguro de que podíamos.

Cuando hubimos reunido todos los datos de Europa, lo primero que hicimos fue intentar encajar las secuencias en algún esquema que indicara las relaciones evolutivas entre unas y otras. Esto había dado muy buenos resultados en Polinesia, donde observamos dos grupos muy diferentes y a partir de ahí descubrimos sus diferentes orígenes geográficos. No tardamos en darnos cuenta de que en Europa iba a resultar mucho más difícil. Cuando introdujimos los datos en un programa informático diseñado para elaborar árboles evolutivos a partir de secuencias moleculares, los resultados fueron de pesadilla. Después de pensárselo durante mucho tiempo, el ordenador respondió con miles de alternativas que parecían igualmente viables. Era incapaz de decidir cuál era el árbol auténtico. Parecía que no había solución. Nos sentimos perdidos. Sin un esquema evolutivo que conectara adecuadamente las secuencias europeas, nos íbamos a ver obligados a publicar nuestros resultados, los resultados de tres años de duro trabajo y mucho dinero, con sólo unas insípidas y para mí absurdas comparaciones de poblaciones que permitirían llegar a conclusiones como, por ejemplo, que los holandeses son más parecidos genéticamente a los alemanes que a los españoles. Pues vaya.

Antes de seguir una ruta tan miserable —y teníamos que publicar algo pronto, si queríamos tener esperanzas de obtener más fondos—, volvimos a los datos brutos. En lugar de introducirlos en el ordenador, nos pusimos a dibujar esquemas en hojas de papel. Aun así, no sacamos nada en limpio de los resultados. Por ejemplo, encontrábamos cuatro secuencias evidentemente relacionadas, pero nos era imposible conectarlas en un esquema evolutivo inequívoco. La Figura 4a muestra un ejemplo. La secuencia A era nuestra secuencia de referencia; la secuencia B tenía una mutación en la posición 189; y la secuencia C tenía una mutación en la posición 311. Hasta ahí, muy fácil: la secuencia A era la primera, y después se produjo una mutación en la posición 189 que dio lugar a la secuencia B. De manera

similar, otra mutación transformó la secuencia A en la secuencia C. Ningún problema por esta parte. Pero ¿qué hacemos con una secuencia como la D, con mutaciones en las posiciones 189 y 311? La D podría haber surgido de la B, debido a una mutación en la 311, o de la C, por una mutación en la 189 (véase Figura 4b).

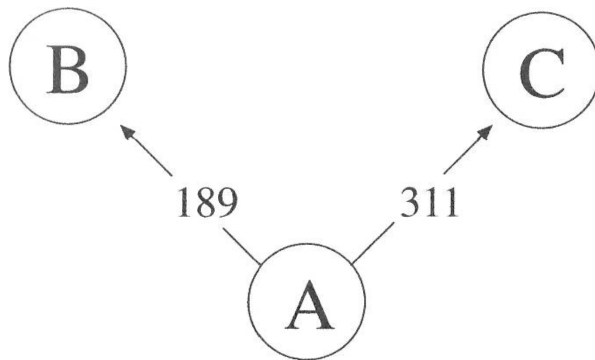


Figura 4a

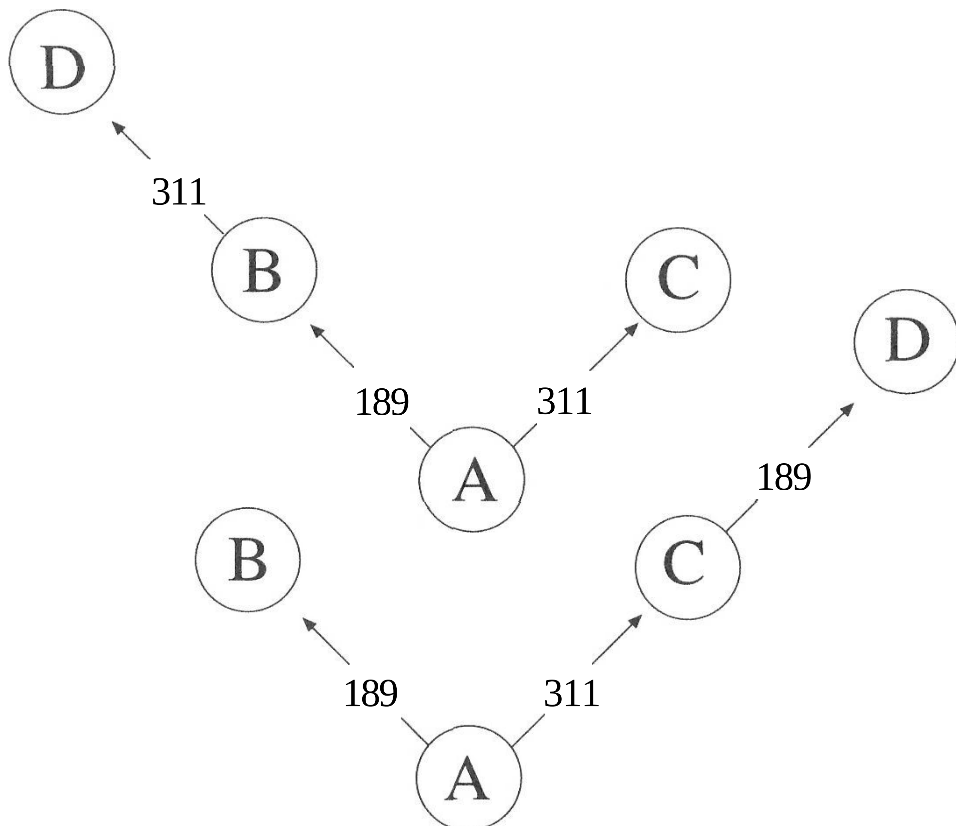


Figura 4b

Fuera como fuese, estaba claro que las mutaciones, de las que dependía todo, ocurrían más de una vez. Recurrían en la misma posición. No era de extrañar que el ordenador se hiciera un lío. Incapaz de resolver la ambigüedad, dibujaba *los dos* árboles. Otra ambigüedad en alguna otra parte obligaba al programa a dibujar cuatro árboles. Una más, y tendría que dibujar ocho, y así sucesivamente. Se comprende fácilmente que, con tan gran número de datos, no hacen falta muchas mutaciones recurrentes para que el ordenador produzca cientos e incluso miles de árboles alternativos. ¿Cómo íbamos a superar eso? Parecía que nos encontrábamos verdaderamente atascados. Durante la semana siguiente creí muchas veces que lo había resuelto; cogía un papel y empezaba a dibujar, y entonces me daba cuenta de que la idea que había tenido no servía. Por fin, un día estaba sentado en la cafetería, garabateando en servilletas, cuando se me apareció la solución. No intentes encontrar el árbol perfecto. Deja las ambigüedades tal como están. En lugar de intentar decidir entre ellas, dibújalo en forma de cuadrado (Figura 4c). Reconociendo sin tapujos que no sabía qué ruta conducía a C, podía dejarlo de esa manera.

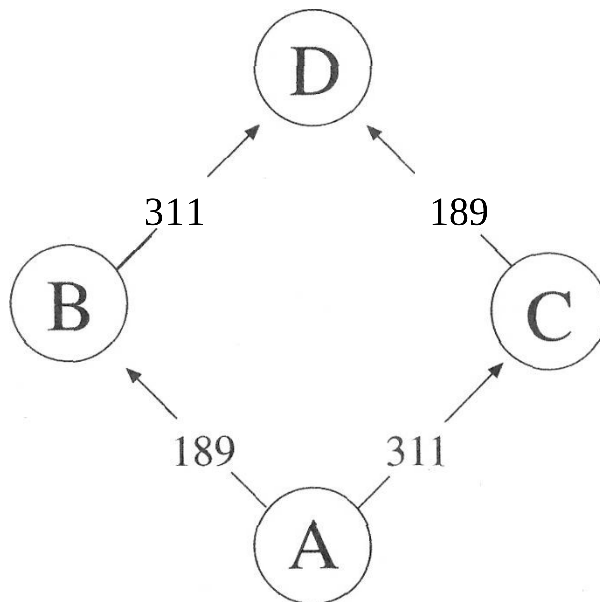


Figura 4c

Una vez que me libré de este problema, el resto fue fácil. Pude relajarme. Ya no tenía que buscar el árbol perfecto entre miles de alternativas. Sólo existía un esquema —que no era un árbol, sino una red—, que desde luego incluía algunas ambigüedades, pero cuya forma y estructura general estaba llena de información.

Sin que lo supiera nuestro equipo de Oxford, un matemático alemán, Hans-Jürgen Bandelt/había estado trabajando en el tratamiento teórico de esta misma situación. Estaba buscando la mejor manera de incorporar a un esquema evolutivo secuencias de ADN con mutaciones paralelas como las que nosotros estábamos encontrando. Se puso en contacto con nosotros porque necesitaba algunos datos reales para trabajar, y al instante nos dimos cuenta de que las dos partes estábamos siguiendo las mismas líneas de pensamiento y resolviendo los problemas de la misma manera: dibujando redes y no árboles. La gran diferencia consistía en que Hans-Jürgen era capaz de aplicar el adecuado rigor matemático al proceso de construcción de las redes, una ventaja decisiva para que se aceptaran como alternativa respetable a los árboles tradicionales.

Una vez superado este importante obstáculo, ya podíamos concentrarnos en la imagen que iba emergiendo poco a poco de las secuencias europeas. Mientras que en Polinesia habíamos observado dos grupos claramente diferenciados, en Europa las redes se iban clasificando en varios grupos de secuencias relacionadas, grupos de secuencias mitocondriales que parecían pertenecer a la misma familia. No eran tan claramente distintos ni tan separados entre sí como sus equivalentes polinesios, en el sentido de que la cantidad de mutaciones que separaba un grupo de otro era menor. Había que mirar con mucha atención para trazar las fronteras, y Martin Richards y yo nos pasamos muchas horas intentando decidir la mejor manera de combinarlos. ¿Había cinco grupos, seis, siete? Era difícil saberlo. Al principio, nos decidimos por seis. Más adelante nos dimos cuenta de que habíamos pasado por alto un detalle que permitía dividir el más grande de los seis grupos en dos grupos más pequeños, obteniendo así los siete grupos que ahora sabemos que forman la estructura básica de toda Europa.

Lo que más importante nos parecía en aquel momento no era precisamente el número de grupos, sino el mero hecho de que existieran grupos. Esta ya no era la imagen homogénea y desestructurada que nos presentaban los artículos científicos publicados en el verano de 1995, que había llevado a sus autores a desesperar de que se pudiera averiguar algo útil sobre Europa por medio del ADN mitocondrial. Puede que los grupos fueran difíciles de distinguir —de hecho, resultaba imposible distinguirlos sin el esclarecedor resumen que proporcionaba el sistema de redes— pero no cabía duda de su presencia.

Ahora que teníamos definidos nuestros siete grupos, sabíamos lo que teníamos entre manos y podíamos empezar a buscar sus lugares de origen y determinar su antigüedad. Como disponíamos de una cifra correspondiente a la tasa de mutación de la región de control del ADN mitocondrial, podíamos combinarla con el número de mutaciones observadas en cada uno de los siete grupos para hacernos una idea del tiempo que había tardado cada grupo en evolucionar hasta su estado de complejidad actual. Esto había funcionado a la perfección en Polinesia, donde los dos grupos que habíamos encontrado habían acumulado relativamente pocas mutaciones, por la sencilla razón de que los humanos sólo llevaban en Polinesia tres o cuatro mil años, como máximo. Cuando aplicamos el factor de la tasa de mutación a los datos genéticos de los dos grupos polinesios, los resultados obtenidos se correspondían bastante bien con las fechas de los asentamientos, calculadas por los arqueólogos. Las primeras islas que se colonizaron —Samoa y Tonga, en Polinesia occidental— presentaban la mayor acumulación de mutaciones en sus grupos, y calculamos que su edad genética era de unos tres mil años, muy similar a la edad arqueológica. Más al este, en las islas Cook, la acumulación de mutaciones era menor, y la fecha más reciente. Aotearoa (Nueva Zelanda), la última isla que colonizaron los polinesios, tenía muy pocas mutaciones en sus grupos, y la fecha era la más reciente de todas.

Cuando aplicamos exactamente el mismo procedimiento a los grupos europeos nos llevamos una sorpresa. Habíamos esperado fechas relativamente recientes, aunque no tanto como en Polinesia,

debido a la abrumadora influencia de las migraciones de agricultores procedentes de Oriente Medio durante los últimos diez mil años, que figuran de manera tan prominente en los libros de texto. Pero seis de los siete grupos tenían edades genéticas mucho mayores de diez mil años. Según la versión de la historia genética de Europa que a todos nos habían inculcado, la agricultura provocó una explosión demográfica en Oriente Medio, seguida por el lento pero imparable avance de aquellos pueblos hacia Europa, donde se impusieron a la dispersa población de cazadores-recolectores. Sin duda, si esto hubiera sido cierto, las fechas genéticas de los grupos mitocondriales —o al menos de la mayoría de ellos— tendrían que ser de diez mil años o menos. Pero sólo uno de los siete grupos se ajustaba a esta descripción. Los otros seis eran mucho más antiguos. Revisamos nuestras secuencias. ¿Acaso habíamos contado demasiadas mutaciones? No. Volvimos a repasar los cálculos. Eran correctos. Desde luego, aquello era un enigma; pero todavía no pusimos en tela de juicio el dogma establecido... hasta que nos fijamos en los vascos.

Por razones que hemos explicado en un capítulo anterior, durante mucho tiempo se ha considerado que los vascos son los últimos supervivientes de la población original de cazadores-recolectores de Europa. Hablan un idioma básicamente diferente y viven en una parte de Europa que fue la última en adoptar la agricultura, presentan todos los rasgos propios de una población única y están orgullosos de ser diferentes. Si el resto de Europa remontaba su linaje a los agricultores del Oriente Medio, parecía claro que los vascos, últimos supervivientes de la era de los cazadores-recolectores, tendrían que poseer un espectro de secuencias mitocondriales muy diferente. Esperábamos encontrar grupos que no hubiéramos visto en ninguna otra parte; y esperábamos no encontrar grupos que son comunes en todas las demás partes. Pero cuando examinamos las secuencias de nuestros amigos vascos, no encontramos nada peculiar en ellas; eran las mismas que las de todos los demás europeos... con una sola excepción notable: aunque había representantes de los seis grupos antiguos, no encontramos ninguno del séptimo grupo, el más moderno. Obtuvimos más muestras vascas, y la respuesta fue la misma. Lejos de tener se-

cuencias exclusivas, los vascos son tan europeos como cualquier otro europeo. Esto no se ajustaba al esquema en el que los cazadores eran barridos por una marea de agricultores neolíticos recién llegados. Si los vascos eran descendientes de los cazadores-recolectores paleolíticos originales, también lo éramos casi todos los demás.

Pero, ¿y qué decir del grupo que no aparecía entre los vascos, el grupo que se distinguía del resto por su edad mucho más reciente, compatible con el Neolítico? Cuando marcamos en un mapa de Europa los lugares en los que se había encontrado este grupo, obtuvimos un patrón muy curioso. Los seis grupos antiguos se encontraban por todo el continente, aunque algunos eran más comunes en unas zonas que en otras. En cambio, el grupo joven presentaba una distribución muy distintiva. Se dividía en dos ramas, cada una con un conjunto de mutaciones ligeramente diferente. Una rama partía de los Balcanes, cruzaba la llanura húngara y seguía los valles fluviales de Europa central hasta el mar Báltico. La otra rama estaba confinada en la costa mediterránea, llegando hasta España, desde donde ascendía por la costa de Portugal y seguía subiendo por las costas atlánticas hasta el oeste de Gran Bretaña. Estas dos rutas genéticas eran exactamente las mismas que, según la arqueología, habían seguido los primeros agricultores. Los primeros asentamientos agrícolas de Europa se identifican al instante por el tipo de cerámica que contienen, del mismo modo que la cerámica lapita identifica a los primeros asentamientos polinesios en el Pacífico. El avance por Europa central desde los Balcanes, que comenzó hace unos 7.500 años, ha quedado marcado por la presencia en estos antiguos asentamientos de un estilo decorativo característico, llamado cerámica lineal, consistente en vasijas con incisiones de formas geométricas abstractas. Los lugares con cerámica lineal ocupan una franja de Europa central en la que todavía sigue concentrada una de las ramas del grupo «joven». En el Mediterráneo central y occidental, los antiguos asentamientos agrícolas se identifican por otro estilo de cerámica, llamado barro impreso, porque la arcilla se decoraba con impresiones de objetos, como por ejemplo conchas, que se apretaban contra el barro antes de cocerlo. Una vez más, se observaba una concordancia entre los lugares con

cerámica de barro impreso y la otra rama del grupo joven. Esto no parecía una coincidencia. Las dos ramas del grupo mitocondrial joven parecían seguir los pasos de los primeros agricultores, a medida que estos se iban adentrando en Europa.

Todavía necesitábamos una prueba más antes de poder tener la confianza suficiente para anunciar al mundo nuestra revisión de la prehistoria europea. Si el grupo joven era, efectivamente, el débil eco de los primeros agricultores, dicho grupo tendría que ser mucho más común en Oriente Medio que en Europa. En aquellos momentos, las únicas secuencias que teníamos de esta región correspondían a beduinos de Arabia Saudí. Mientras que sólo un 15-20 por ciento de los europeos pertenece a este grupo —según la población que se estudie—, la mitad de los beduinos pertenecía al mismo.

Ya teníamos la prueba de que la ascendencia de los europeos modernos se remonta mucho más atrás del Neolítico, hasta los cazadores-recolectores del Paleolítico, incluyendo a los primeros cromañones que habían desplazado a los neandertales. Desde luego, en el Neolítico habían llegado nuevas migraciones de Oriente Medio; lo demostraba la correspondencia entre el patrón geográfico del grupo mitocondrial joven y las rutas seguidas por los primeros agricultores, reconstruida por la arqueología. Pero no se había producido una sustitución abrumadora. El grupo joven sólo aparece, como máximo, en el 20 por ciento de los europeos modernos. Ya estábamos listos para hacerlo público.

11

No nos ha hecho gracia

El profesor Luigi Luca Cavalli-Sforza es un hombre cuya eminencia sólo es comparable a su elegancia. De porte erguido, incluso a sus setenta y tantos años, con su pelo plateado siempre impecablemente arreglado, se encuentra tan a sus anchas de día en las abarrotadas salas de conferencias del circuito académico como de noche en los restaurantes exclusivos que sólo admiten a los personajes más distinguidos. Sus contribuciones e influencia en el campo científico son indiscutibles. Científicos que estudiaron bajo su dirección, bien en Italia o bien más tarde en la Universidad de Stanford (California), ocupan hoy muchos de los puestos académicos importantes en la disciplina de la genética de poblaciones humanas. Fue él el primero que formuló la teoría que ha prevalecido en el estudio de la prehistoria europea durante el último cuarto de siglo. Según dicha teoría, o al menos según la versión aceptada por los arqueólogos, los agricultores procedentes de Oriente Medio habían desplazado a los descendientes de los cromañones, que a su vez habían desplazado antes a los neandertales. Había sido una sustitución a gran escala, lo cual significaba que la ascendencia de la mayoría de los europeos no se remontaba a los cazadores-recolectores, sino a los agricultores.

Después de reunir informes correspondientes a miles de pruebas sanguíneas y otras pruebas genéticas realizadas en toda Europa, Cavalli-Sforza había amalgamado los resultados en un gradiente de frecuencias génicas que resumía esta montaña de datos. Dichos gradien-

tes estaban organizados en vectores simples, llamados componentes principales, que se proyectaban en forma de líneas sobre un mapa. El más llamativo era el primer componente principal, que atravesaba Europa en diagonal, desde Anatolia (Turquía) hasta Gran Bretaña y Escandinavia por el noroeste. Para Cavalli-Sforza y sus colaboradores, esta era la señal inequívoca de una considerable entrada de población en Europa, procedente de Oriente Medio. La coincidencia entre el eje sureste/noroeste de este gradiente genético y las rutas seguidas por los primitivos agricultores, según los estudios arqueológicos de la época, resultaba convincente. Los agricultores habían conquistado Europa.

La influencia de la conclusión de Cavalli-Sforza se extendió más allá de los estrechos límites de la genética humana, penetrando en la arqueología y disciplinas relacionadas. Aunque había algunos arqueólogos que no estaban de acuerdo con esta conclusión y sólo veían en el registro arqueológico señales de movimientos de población mínimos, tenían grandes problemas para hacer oír sus opiniones. Como cualquier disciplina académica, la arqueología tiene sus modas, y la moda en Europa era la colonización a gran escala por agricultores llegados de fuera. La situación no había sido así cuando Cavalli-Sforza y su colaborador, el arqueólogo norteamericano Albert Ammermann, expusieron por primera vez sus ideas en los años setenta. En aquella época, la teoría favorita era la del desarrollo totalmente indígena, con la adopción gradual de métodos y prácticas agrícolas por los cazadores-recolectores mesolíticos de Europa, sin grandes movimientos de población. El argumento original propuesto por Ammermann y Cavalli-Sforza era que había habido al menos algún movimiento, alguna migración, procedente de Oriente Medio. Para presentarlo en una atmósfera intelectual hostil, describieron este proceso con una expresión que sonaba poco provocativa: lo llamaron «difusión démica». Démico significa que «tiene algo que ver con la población» y «difusión» es una palabra suave que implica una penetración gradual de los agricultores, desde sus bases en Oriente Medio. Sin embargo, la difusión démica no era tan sólo una idea descriptiva; tenía también una sólida base matemática. Se basaba en un

modelo matemático desarrollado por el mentor de Arthur Mourant, el gran genetista estadístico R. A. Fisher, que elaboró ecuaciones que describían la expansión de cualquier cosa —animales, personas, genes, ideas— desde un punto central hacia fuera. Este modelo matemático recibió el dramático nombre de «onda de avance».

A lo largo de los últimos veinticinco años, la «onda de avance», el nombre del modelo matemático, fue desplazando poco a poco a «difusión démica» como descripción de la expansión de la agricultura. Yo no entiendo muy bien por qué motivos. Es posible que, a medida que el modelo fue ganando aceptación, dejó de ser necesario presentarlo en un tono conciliador ante un ambiente intelectual que se resistía a cualquier teoría que sugiriera grandes desplazamientos de población. O tal vez se debiera simplemente a que los arqueólogos quedaron fascinados por la fuerza de la expresión «onda de avance». En cualquier caso, lo dramático había acabado venciendo a lo suave. La idea de una influencia gradual de los agricultores recién llegados había sido sustituida en la mente colectiva por la imagen de una imparable oleada de agricultores que se apoderaban de las tierras y barrían a su paso todo y a todos. La idea de que los agricultores arrollaron a los habitantes originales se convirtió en la hipótesis dominante entre los arqueólogos.

Esta gran oleada de gente no sólo había traído a Europa la agricultura; según el distinguido arqueólogo de Cambridge Colin Renfrew, también fue responsable de la introducción y propagación de la familia idiomática a la que pertenecen casi todos los idiomas europeos. Aunque esto no les resulta aparente más que a los lingüistas profesionales, no cabe duda de que, con muy pocas excepciones, todos los idiomas que se hablan actualmente en Europa proceden de una raíz común. Pertenecen a una familia de idiomas llamada indoeuropea. La manera de construir las frases y la existencia de muchas palabras similares revelan una relación entre todos estos idiomas que puede no resultarnos tan obvia a la mayoría de los que bregamos con diccionarios de frases. Hace falta ser lingüista para ver las relaciones entre el inglés y el portugués, entre el griego y el gaélico. Las excepciones son el euskera de los vascos, el finlandés, el estonio, el lapón

y el húngaro. El euskera es un caso único entre las lenguas vivas europeas, y no se puede relacionar de manera convincente con ninguna otra (aunque algunos lingüistas creen ver una relación con idiomas de las montañas del Cáucaso); los otros cuatro son miembros de la familia idiomática urálica, que tiene sus orígenes más al este.

El elemento «indo» de la familia indoeuropea hace referencia a una fuerte relación —que tampoco es apreciable más que para los lingüistas— entre los idiomas europeos y el sánscrito. Esta conexión fue descubierta en 1786 por William Jones, mientras trabajaba como juez en la India para el gobierno colonial británico. Fue un caso asombroso de trabajo académico realizado por un aficionado; de hecho, fue Jones quien inventó el concepto de familias idiomáticas, que sigue formando parte de la lingüística comparada actual. La idea básica de la «familia idiomática» es que todos los idiomas que forman parte de dicha familia han evolucionado a partir de una raíz común, que casi con seguridad fue un idioma ya extinguido. Esto plantea la cuestión de dónde se hablaba el idioma indoeuropeo original y otra igual de importante: cómo se propagó desde allí. Renfrew dedujo que el idioma indoeuropeo original se hablaba en Anatolia (Turquía central) y que fueron los primitivos agricultores los que lo propagaron por Europa. Lo único que se necesitaba para difundir el idioma desde su base en Anatolia era una sustitución a gran escala de los cazadores-recolectores por la «onda de avance» agrícola, que es en lo que se había convertido subrepticiamente la difusión démica.

Así pues, existía ya una potente coalición de la genética, la arqueología y la lingüística, en apoyo del argumento que afirmaba que los cazadores-recolectores mesolíticos de Europa habían sido arrollados por los agricultores neolíticos. Así pues, cuando nosotros obtuvimos nuestros sorprendentes resultados, la opinión dominante era que la mayoría de los europeos nativos actuales no descendía de los pueblos que soportaron los rigores del último período glacial, sino de los agricultores que habían llegado aquí hace tan sólo diez mil años, con un saco de semillas y unos pocos animales. Pero esto no concordaba con las edades de nuestros grupos de ADN. Estábamos seguros de que las señales más fuertes del ADN mitocondrial de los europeos actuales proceden de un pasado

que tiene mucho más de diez mil años. Interpretábamos esas señales como el eco genético de los cazadores-recolectores. Y no se trataba de los débiles susurros de un pueblo derrotado y marginado, sino de una sonora declaración en voz bien alta de nuestros antepasados cazadores-recolectores: «Todavía estamos aquí.»

Decidí presentar nuestro trabajo en la Segunda Euroconferencia sobre Historia de la Población, que tuvo lugar en Barcelona en noviembre de 1995. Sabía perfectamente que los principales defensores de la teoría de la «onda de avance» estarían allí, así que, por lo menos, lo que yo tenía que decir llamaría la atención. Me concedieron un espacio de veinte minutos. La sala de conferencias era muy grande: había cuatrocientos delegados y sitio para muchos más. Fui presentado por el convocante, sir Walter Bodmer, miembro de la Royal Society, colaborador durante mucho tiempo de Luca Cavalli-Sforza y coautor con él de dos importantes libros de texto sobre genética. Walter no se distingue precisamente por sus comentarios conciliadores, pero su presentación —«Y el siguiente orador es Bryan Sykes, que va a hablar sobre las mitocondrias. Yo no creo en las mitocondrias»— me pareció poco elegante. Empecé a exponer las bases de nuestra revisión de la prehistoria europea.

Walter y Luca estaban sentados juntos en primera fila, al pie del estrado. Es sorprendente lo mucho que puedes observar cuando hablas en público, aunque se trate de un público tan numeroso como aquel. Mientras yo exponía un punto tras otro, vi que Walter se iba agitando. Empezó a murmurar para sí mismo, y después se dirigió a Luca; al principio, de manera inaudible, y después en voz cada vez más alta. «Tonterías», «absurdo», me pareció oírle decir. Mientras las diapositivas se sucedían en mi presentación, él empezó a agitarse en su asiento, hacía ademán de levantarse y después se volvía a sentar. Cuando llegué a la última diapositiva, casi pude ver cómo le salía vapor por las orejas.

Apenas había terminado yo de hablar cuando Walter y Luca estaban ya de pie, disparándome preguntas. Conozco a Walter desde hace eones y lo he visto en acción muchas veces. Le he visto aplastar a jóvenes investigadores con sus agresivas preguntas y estaba

decidido a que a mí no me ocurriera lo mismo. Con Walter sólo existe un remedio eficaz, y es replicar con argumentos. Yo ya me esperaba sus pirotecnias, y mientras aguantaba sus andanadas empecé a verlo todo como una representación teatral: como un contrainterrogatorio en un tribunal de justicia o como un airado debate en la Cámara de los Comunes. Empecé a divertirme.

En cierto momento, Walter insistió en que ellos (él y Luca) nunca habían dicho que los agricultores hubieran tomado Europa, sustituyendo a los cazadores-recolectores. Yo había llevado un ejemplar del libro de texto que habían escrito entre los dos, *Genetics, Evolution and Man,* por si me decían algo semejante. Como respuesta, lo abrí por una página que ya llevaba marcada con un post-it amarillo y leí en voz alta: «Si la población de Europa está compuesta principalmente por agricultores que emigraron gradualmente de Oriente Medio, lo más probable es que los genes de los inmigrantes originales del Oriente Medio se fueran diluyendo progresivamente en los genes locales, a medida que los agricultores avanzaban hacia el oeste. Sin embargo, es probable que la densidad de los cazadores-recolectores fuera baja, y que por lo tanto la dilución [de los genes de Oriente Medio, se entiende] fuera relativamente poca.» Allí estaba, en letras de molde y con sus propias palabras. Aquello era sustitución a gran escala, en todo menos en el nombre. Walter resopló por última vez y se sentó. El presidente cerró la sesión. Había sobrevivido al primer ataque; pero se había encendido la mecha de un encarnizado debate que todavía tardaría cinco años en resolverse.

En la ciencia actual, las conferencias internacionales como la de Barcelona resultan muy útiles para anunciar nuevos descubrimientos y observar la reacción inicial. Pero los trabajos presentados en una conferencia no tienen validez hasta que se publican en una revista científica. La publicación implica un minucioso escrutinio de los datos, los métodos y las conclusiones por parte de expertos que trabajan gratuitamente y con la obligación de declarar cualquier posible conflicto de intereses. Aunque la presentación en una conferencia tiene que ser rigurosa, es durante el proceso de revisión anterior a la publicación cuando se comprueban a fondo las premisas, los resulta-

dos y las interpretaciones. Teniendo en cuenta la indignada reacción que nuestra radical revisión de la prehistoria europea había provocado en Barcelona, no nos sorprendió que cuando enviamos nuestro manuscrito al *American Journal of Human Genetics,* la principal revista internacional de la especialidad, los revisadores se mostraran más exigentes que de costumbre. Insistieron en que se añadiera un apéndice en el que se explicara una vez más el método de las redes evolutivas, que ya habíamos publicado en 1995 en un artículo intensamente matemático y bastante esotérico. Pidieron tablas adicionales, con comparaciones de poblaciones que en mi opinión estaban ya anticuadas. Pero al final lo publicaron: «Palaeolithic and Neolithic lineages in the European mitochondrial gene pool» («Linajes paleolíticos y neolíticos en el fondo génico mitocondrial europeo») apareció en el número de julio de 1996. Ya estaba impreso. Habíamos expuesto nuestra postura; ahora esperábamos la reacción.

Al principio, no ocurrió nada. Después, empezamos a oír comentar a los amigos que el trabajo se estaba juzgando como irrelevante en el mejor de los casos, y equivocado de cabo a rabo en el peor. Sorprendentemente, el principal blanco de la campaña de maledicencias no éramos nosotros, sino el mismísimo ADN mitocondrial, que tanto se había distinguido al resolver el enigma de los polinesios. De pronto se le presentaba como poco de fiar, demasiado inestable, con demasiadas mutaciones paralelas en la sección que nosotros habíamos decidido utilizar... Se criticaron las tasas de mutación que habíamos calculado, considerándolas disparatadas. Esto significaba que la antigüedad de los grupos era mucho menor, y por lo tanto perfectamente compatible con el modelo de «onda de avance» de un fondo genético derivado principalmente de los agricultores. Por último, se acusó al ADN mitocondrial de ser sólo un indicador, un simple testigo de los acontecimientos, cuya interpretación de la prehistoria no tenía fundamento.

Cuando se publica un artículo polémico, no es raro que la revista científica en la que ha aparecido reciba y publique críticas de otros especialistas. Esto adopta la forma de «cartas al director». A los autores del artículo original se les da la oportunidad de responder y,

si lo hacen, se publican las dos cartas juntas en el mismo número de la revista. No nos sorprendió enterarnos de que Cavalli-Sforza había redactado una crítica de nuestro artículo, que había sido aceptada por el *American Journal of Human Genetics.* El director nos envió una copia de la carta de Luca, invitándonos a responder.

La carta era un despiadado ataque a las mitocondrias en general y a nuestra interpretación de los datos de la secuencia de control en particular. Sin embargo, contenía una declaración muy interesante, que nosotros habíamos estado esperando oír. Aunque el principal aspecto del modelo «difusión démica/onda de avance» de Luca era la abrumadora influencia de los agricultores neolíticos en el fondo génico europeo, nunca se habían asignado cifras a su contribución genética global. Nosotros habíamos calculado que aproximadamente el 20 por ciento de los europeos modernos podían remontar su ascendencia mitocondrial a aquellos primitivos agricultores, pero en la obra de Luca no había ninguna cifra comparable que pudiéramos utilizar para contrastar. La mayoría de la gente había supuesto simplemente que los agricultores habían «arrollado» a los cazadores. Desde luego, así era como una generación de arqueólogos había interpretado el modelo de la «onda de avance». Pero nunca se había cuantificado el nivel de inmigración. Probablemente, no era necesario. El modelo había cobrado impulso y todo el mundo sabía lo que quería decir, o creía saberlo. Pero ahora, por primera vez, Luca asignó una cifra a la proporción de genes europeos modernos que proceden de los agricultores venidos de Oriente Medio. Según la carta, era aproximadamente igual a la proporción de la variación genética que contribuía al primer componente principal del gradiente de genes a través de Europa, desde el sureste al noroeste. Y esta cifra era el 26 por ciento. Tal declaración no iba acompañada por prueba matemática alguna, pero nosotros no nos quejamos. Era bastante aproximada a nuestro cálculo del 20 por ciento, derivado del análisis del ADN mitocondrial, y nos pareció que había poco motivo para discutir.

Aunque esta nueva declaración de Luca era importante, estaba claro que teníamos que responder a su carta y a sus críticas al ADN mitocondrial. El tenía perfecto derecho a mostrarse crítico. Es abso-

lutamente razonable exigir toda clase de aclaraciones a alguien que está poniendo en tela de juicio una hipótesis aceptada durante mucho tiempo. Las afirmaciones extraordinarias como la nuestra exigen pruebas extraordinarias. Aun así, todos nos sentíamos muy presionados. Eramos los chicos nuevos del barrio, enfrentados al poder del *establishment.* No obstante, yo no dudé ni un instante de que teníamos razón. No había más remedio que responder a las críticas una a una.

Estábamos seguros de poder rebatir la primera objeción: que el segmento elegido del ADN mitocondrial, la región de control, estaba tan plagado de mutaciones paralelas que no merecía ninguna confianza. En el círculo del ADN mitocondrial existen otros muchos cambios de bases que se pueden utilizar como marcadores moleculares. Si elaborábamos un nuevo árbol evolutivo utilizando dichos marcadores en lugar de las secuencias de la región de control, podía ocurrir una de estas dos cosas: que los grupos coincidieran con nuestros agrupamientos o que no lo hicieran. Si coincidían, entonces la región de control era digna de confianza; si no coincidían, no lo era, y más valía que renunciáramos.

Para realizar esta prueba nos asociamos con Antonio Torroni, un genetista italiano de Roma que había dedicado muchos años a desarrollar un intrincado sistema técnico para estos otros marcadores. Antonio nos proporcionó muestras que él ya había sometido a prueba, para que nosotros secuenciáramos la región de control; y nosotros le enviamos a Roma nuestras muestras secuenciadas para que las sometiera a su sistema. Los resultados no pudieron ser más animadores. La coincidencia entre los grupos identificados por los marcadores de Antonio y los nuestros era casi exacta. Había una o dos pequeñas incompatibilidades que se resolvieron rápidamente; aparte de eso, la coincidencia era perfecta, tanto que decidimos abandonar nuestra clasificación numérica de los grupos y adoptar la de Antonio, basada en letras del alfabeto. Ya teníamos pruebas de que la región de control no era un fragmento veleidoso de ADN que podía engañarnos y llevarnos por mal camino; al contrario: una vez que lo conocías, resultaba ser un compañero leal y digno de confianza.

Las críticas a la tasa de mutación eran más difíciles de rebatir. Desde luego, estaba claro que si habíamos utilizado un cálculo exageradamente bajo de la tasa de mutación, las edades asignadas a nuestros grupos serían muy erróneas. Si nuestros cálculos estaban equivocados en un factor de diez, como sugerían algunos, las edades de nuestros grupos pasarían del Paleolítico al Neolítico y ya podíamos decirle adiós a nuestra teoría.

Básicamente, existen dos maneras de calcular una tasa de mutación. Se puede intentar medir por observación directa, de una generación a la siguiente, o se pueden contar las mutaciones que se han acumulado en dos grupos diferentes —que pueden ser tribus, poblaciones o especies— que se sabe cuánto tiempo llevan escindidos. Precisamente, el primer cálculo de la tasa de mutación, la velocidad del reloj molecular, se hizo comparando las diferencias entre los humanos y sus parientes más próximos, los chimpancés, y combinando esto con el tiempo que hace que vivió su último antepasado común, que se calcula entre cuatro y seis millones de años. Claro que no se sabe con exactitud cuándo tuvo lugar esta escisión de los antepasados de los humanos y de los chimpancés, sobre todo porque no existen fósiles de chimpancés que nos ayuden. La otra ruta que se ha utilizado consiste en calcular la tasa de mutación basándose en los cambios que se han ido acumulando en los nativos americanos, que llegaron por primera vez al continente hace unos doce mil años. Lo más notable es que los dos métodos concuerdan muy bien uno con otro, y los dos dan como resultado una tasa aproximada de una mutación cada veinte mil años a lo largo de un linaje materno único. Cuando se busca hacia atrás el antepasado común de dos personas modernas, como hice yo cuando calculé la fecha de mi antepasada común con el zar, hay *dos* linajes, cada uno con una posibilidad de mutar, que parten de la antepasada común y llegan hasta cada uno de nosotros. La secuencia de mi región de control sólo se diferencia en una mutación de la del zar, pero esa mutación pudo producirse en cualquier punto de los dos linajes maternos que parten de nuestra antepasada común. Con una tasa de una mutación cada veinte mil años en cada linaje, la longitud combinada de los dos linajes queda

fijada en veinte mil años. Dado que el zar y yo somos más o menos contemporáneos, la longitud de cada linaje hasta llegar a la antepasada común queda reducida a la mitad: diez mil años. Además, nuestro trabajo en Polinesia había demostrado una magnífica concordancia entre las fechas genéticas y las arqueológicas de los asentamientos, y habíamos utilizado esta misma tasa de mutación. Si la tasa era errónea por un factor de diez en Europa, tendría que estar igualmente equivocada en todas partes. Eso significaría que la divergencia entre los chimpancés y los humanos tuvo lugar hace tan sólo 400.000 o 600.000 años, que la colonización de América comenzó hace sólo 1.200 años y la de Polinesia hace sólo 300... después de que llegaran allí los europeos. Esto era tan evidentemente disparatado que se podía descartar que las tasas que estábamos utilizando fueran tan erróneas.

Medir directamente las tasas de mutación es tarea complicada. Implica encontrar un cambio entre una madre y su hijo. Calculamos que sería preciso hacer pruebas a mil parejas madre-hijo para encontrar una sola mutación nueva. No valía la pena ni planteárselo. Afortunadamente, el proceso de mutación en las mitocondrias es gradual, y resultó que no era difícil observarlo por un camino diferente. Las mutaciones se producen en el ADN individual de mitocondrias individuales, pero resulta que en casi todas las personas, la secuencia de ADN de todas las mitocondrias de todas sus células es exactamente la misma. Estas dos verdades plantean una paradoja: una nueva mutación sólo puede ocurrir en una molécula de ADN de una mitocondria particular de una célula concreta; ¿cómo se las arregla para transmitirse a todo el cuerpo?

Para que se pueda transmitir a una nueva generación, una mutación tiene que darse en una célula germinal femenina, una de las células que se dividen para transformarse en óvulos. También se producen mutaciones en otras células del cuerpo —en la piel, los huesos, la sangre, etc.—, pero como estas no se transmiten a la siguiente generación, no intervienen en los patrones de evolución. Lo que parece ocurrir es que cada vez que una célula germinal femenina se divide, sólo se lleva unas pocas mitocondrias. Si la mitocondria con

la nueva mutación en su ADN es una de las pocas que logran pasar por este cuello de botella, dará lugar a una proporción mucho mayor del nuevo ADN mitocondrial en las nuevas células. Cuando estas células se dividen a su vez, es probable que la proporción de la nueva mutación siga aumentando, y así sucesivamente.

En la línea germinal sólo se dan veinticuatro divisiones celulares entre una generación y la siguiente. Son veinticuatro oportunidades para la propagación de una nueva mutación; es muy raro que esto baste para alcanzar un predominio absoluto en una sola generación. El individuo que se forma a partir del óvulo fecundado tendrá una mezcla de dos secuencias mitocondriales: la antigua, que es igual que la de su madre, y la nueva, que empezó siendo una mutación única en alguna de las células germinales de la madre.

Examinamos con mucha atención los resultados de nuestras secuenciaciones de los últimos años, buscando indicios de mezcla de mitocondrias en una misma persona. Descubrimos que aproximadamente el 1,5 por ciento de las personas posee una mezcla de dos ADN mitocondriales diferentes. A continuación, seguimos la pista de estas mezclas en los árboles familiares, y descubrimos que se necesitan, por término medio, seis generaciones para que una nueva mutación se establezca y domine por completo. ¿Recuerdan el curioso caso del zar, que tenía una mezcla de dos tipos diferentes de mitocondrias en las células de sus huesos? Parece que se encontraba en la fase de transición, con una nueva mutación que luchaba por establecerse. Con el tiempo, lo logró, como podemos ver en las células de sus parientes actuales, como el conde Trubetskoy. Según parecían indicar nuestros experimentos, este proceso no es inevitable, ni mucho menos; algunas mutaciones nuevas parecían ir bastante bien durante una o dos generaciones, para después volver a caer en la oscuridad y desaparecer. Estábamos observando directamente la aparición y difusión de nuevas mutaciones, y de estos datos podíamos inferir un nuevo cálculo de la tasa de mutación, independiente de las complicaciones que implica la datación exacta de acontecimientos pasados, como la separación evolutiva de los humanos y los chimpancés. Este cálculo independiente, aunque sólo fuera aproximado, coincidía con

la tasa de mutación que habíamos estado utilizando. Habíamos respondido a la segunda crítica. El ADN mitocondrial había sobrevivido con su reputación intacta.

Las cuestiones que había planteado Luca en su carta, y a las que nosotros habíamos respondido, eran preguntas serias y legítimas que deben plantearse a una nueva tecnología, sobre todo si esta presentaba una nueva versión de la prehistoria, diferente de la que había dominado el pensamiento durante tanto tiempo. Había que plantearlas, y allí estaban planteadas. Pero lo que ocurrió a continuación amenazaba con desacreditar no sólo nuestros estudios sobre Europa, sino todo el trabajo evolutivo sobre la especie humana basado en el ADN mitocondrial. Teníamos que enfrentarnos al fantasma de la recombinación.

En pocas palabras: la causa de que los cromosomas del núcleo celular resulten tan poco útiles para rastrear historias evolutivas es su costumbre de intercambiarse información en cada generación. Hasta que las células de la línea germinal experimentan su última división, que da lugar a los gametos (espermatozoides u óvulos), los cromosomas viven vidas separadas y no se tratan mucho unos con otros. Pero en esa última división celular, los pares de cromosomas que se han heredado del padre y la madre se juntan y se acoplan, como lombrices que se aparean, y empiezan a intercambiar fragmentos de ADN. Después de estos escarceos se separan y cada uno pasa a un gameto diferente. Pero ya no son los mismos cromosomas, sino mosaicos de ADN. Han experimentado lo que se llama *recombinación.* Esta es la razón genética básica de que exista el sexo: la posibilidad de crear por recombinación nuevas y mejores combinaciones génicas, que puedan hacer avanzar la evolución.

La recombinación tiene sus ventajas para los científicos. Ha ayudado mucho a la identificación de los genes de graves enfermedades hereditarias, localizándolos en cromosomas concretos, y ha resultado muy útil para desentrañar la secuencia completa del genoma humano. Pero cuando se trata de seguir la pista del ADN a través de las generaciones, la recombinación es un fastidio tremendo. Una de las características del ADN mitocondrial que lo convierte en un instrumento tan

útil para sondear el pasado humano es que la información que nos ofrece no está toda revuelta por la recombinación. Las únicas diferencias entre la secuencia de mi ADN mitocondrial y las de mis antepasadas maternas directas son los cambios que han ido apareciendo por mutación con el paso de los milenios. Si hubiera recombinación, lo más probable sería que no sólo existiera una línea de ascendencia mitocondrial, sino docenas de ellas. Habría que poner en duda todo lo que se ha dado por supuesto acerca de la genética mitocondrial.

Por eso, cuando en el número de marzo de 1999 de la prestigiosa revista *Proceedings ofthe Roy al Society* aparecieron dos artículos que aseguraban haber encontrado evidencias de recombinación mitocondrial, se provocó una conmoción que recorrió el mundo entero. Las principales revistas de divulgación científica, *Science* en Washington y *Nature* en Londres, publicaron inmediatamente editoriales que se hacían eco de este radical cuestionamiento de la autoridad del ADN mitocondrial. Si de verdad había recombinación, como sugerían los artículos, esto significaba que todos los trabajos publicados durante la década anterior sobre el ADN mitocondrial y la evolución humana quedaban completamente desautorizados.

La gran publicidad que recibieron estos artículos no se debió solamente a lo que en ellos se decía, sino también al enorme prestigio del autor de uno de ellos: John Maynard Smith, el indiscutible decano de los biólogos evolutivos británicos, autor de libros de texto y otras obras de gran influencia, que todavía era una presencia activa en los años ochenta. Ser condenados por tan eminente personaje, que no tenía un interés personal evidente en el asunto, significaba la aniquilación para todos los que trabajábamos en este campo... si se podían demostrar las afirmaciones de recombinación. La base sustancial del argumento, principalmente teórico, de Maynard Smith era que en el ADN mitocondrial había demasiada variación para que hubiera surgido sólo por mutación. Esto no era una prueba de que existiera recombinación, sino más bien la eliminación de otros mecanismos que pudieran explicar lo que para Maynard Smith era un número de mutaciones superior al previsto. El razonamiento era similar al que le expone Sherlock Holmes al doctor Watson en *El*

signo de los Cuatro: «Cuando has eliminado lo imposible, lo que queda, *por improbable que sea,* es la verdad.» Pero lo que hacía que el argumento de Maynard Smith resultara tan atractivo era el anuncio, en un artículo adyacente, de auténticas pruebas de la existencia de recombinación en las mitocondrias, obtenidas en la diminuta y remota isla de Nguna, en el Pacífico. Y el autor principal (el primero de los seis firmantes) de este segundo artículo era Erika Hagelberg.

Como recordarán, Erika había trabajado en mi laboratorio la primera vez que recuperamos ADN de huesos humanos a finales de los años ochenta. Desde entonces se había ganado una reputación en el campo del ADN antiguo y había participado en algunos casos forenses muy célebres; en el más famoso de todos, ella y sus colaboradores habían recuperado ADN de los restos de Joseph Mengele, el infame médico nazi que llevó a cabo indescriptibles experimentos con prisioneros del campo de exterminio de Auschwitz. Con este y otros casos en su haber, se había ganado fama de científica imaginativa. Sin embargo, a pesar de algunos intentos ocasionales de cerrar la brecha que se había abierto durante los últimos y difíciles días que Erika pasó en mi laboratorio, las relaciones entre ella y yo habían sido incómodas desde entonces. Esta tensión añadía una dimensión adicional al drama que estaba a punto de desarrollarse.

En esencia, la evidencia que tenía Erika de la recombinación se reducía a que una mutación mitocondrial concreta, en la posición 76 de la región de control, estaba apareciendo en varios grupos diferentes de la pequeña isla de Nguna. Tal como ocurría con el artículo de Maynard Smith que lo acompañaba, esto no era una prueba directa de la recombinación mitocondrial. Sin embargo, las mutaciones en la posición 76 eran sumamente raras en todas las demás partes del mundo, y el hecho de que aparecieran con frecuencia *y* en diferentes grupos de una pequeña isla merecía una explicación especial. O bien la mutación se había producido espontáneamente varias veces en diferentes grupos, lo cual era sumamente improbable, o bien una nueva mutación aparecida en la posición 76 de un grupo se había transmitido de algún modo a los otros grupos. Y la única manera en que esto podía ocurrir era por recombinación.

Para que se dé recombinación en las mitocondrias tienen que ocurrir dos cosas. En primer lugar, tiene que haber una manera de que dos moléculas circulares de ADN mitocondrial se arrimen una a otra e intercambien ADN. Esto no parecía demasiado improbable. En cada mitocondria hay aproximadamente ocho moléculas de ADN, que tienen libre acceso unas a otras. Así pues, no les resultaría muy difícil intercambiar ADN. Pero la segunda condición era más difícil de aceptar: tenía que haber en la misma célula dos genomas mitocondriales muy diferentes. Si todas las mitocondrias de la célula tuvieran exactamente la misma secuencia, podrían intercambiarse todo el ADN que quisieran y les daría lo mismo. Todas las mitocondrias seguirían teniendo la misma secuencia de ADN. Sólo se notaría alguna diferencia si el ADN lo intercambiaran dos mitocondrias *diferentes.* Así pues, la observación de Nguna exigía que hubiera —o hubiera habido en el pasado— personas con mezclas de mitocondrias. Uno de los componentes de la mezcla tendría ADN perteneciente a un grupo, llamémosle A, con una mutación en la posición 76 de la región de control. El otro tendría un ADN mitocondrial de un grupo completamente diferente, que podemos llamar B, sin la mutación en la posición 76. A continuación, estas dos mitocondrias tendrían que intercambiar segmentos de ADN, de modo que un fragmento de A, que incluyera la mutación en la posición 76, acabara en B.

Sólo existía una manera de que en una misma célula coincidieran dos mitocondrias de grupos completamente diferentes: una de ellas tenía que proceder, no del óvulo, sino del espermatozoide. Así pues, si la presunta recombinación resultaba ser cierta, nos asestaría un golpe letal por partida doble. No sólo resultaría imposible rastrear linajes mitocondriales hacia el pasado, debido a la mezcla que implica la recombinación, sino que además tendríamos que aceptar que la herencia mitocondrial, después de todo, no es exclusivamente materna. Ya no podríamos asegurar que nuestro ADN mitocondrial procede de una línea ancestral de madres. También lo habríamos recibido de los padres. Teníamos que hacer algo. Convocamos una reunión de emergencia.

Vincent Macaulay, que estudió la carrera de Física y era un ma-

temático formidable que se había incorporado a nuestro equipo dos años atrás, se dedicó a revisar una y otra vez los datos de secuencias empleados en el artículo de Maynard Smith. Y descubrió algo increíble: muchos de ellos eran erróneos. O bien se habían copiado incorrectamente de las bases de datos públicas, o bien las secuencias mismas que se habían depositado en dichas bases de datos contenían errores (en realidad, es algo que ocurre con bastante frecuencia). El efecto acumulativo de ambos tipos de errores hacía que pareciera que en las mitocondrias había más mutaciones de las que había en realidad. Después de corregir los errores de los datos y rehacer los cálculos de Maynard Smith, quedó claro que la fuerza de su argumento teórico a favor de la recombinación quedaba considerablemente diluida. Escribimos de inmediato a Maynard Smith, que reconoció el error con elegancia.

Los indicios de recombinación comunicados por Erika Hagelberg representaban un problema más serio. Aunque no constituían una verdadera prueba de la recombinación, para lo que habría sido necesario definir los segmentos intercambiados por las dos mitocondrias diferentes, aquello seguía siendo una evidencia difícil de explicar por cualquier otro mecanismo. A mi entender, sólo podía estar equivocada si hubiera habido un error sistemático en la secuenciación de las muestras de Nguna. Esto parecía muy improbable, dado que Erika era una científica experimentada, que tenía que conocer la norma que dice que las afirmaciones extraordinarias necesitan pruebas extraordinarias. Lo normal era que las secuencias se hubieran repetido y comprobado varias veces antes de hacer una afirmación tan radical, que ella sabía que tendría tan importantes consecuencias.

Nguna es una isla diminuta, situada cerca de Espíritu Santo, en Vanuatu, al oeste de Fiji. Y Vanuatu era uno de los grupos de islas que nosotros habíamos incluido en nuestro anterior trabajo sobre Polinesia. Nos habían dado unas cuantas muestras de allí y, al revisarlas, comprobé que cuatro de ellas procedían de la misma Nguna. En aquel estudio no habíamos informado de mutaciones en posiciones inferiores a la 93, porque, por debajo de esa posición, los sistemas que utilizábamos en aquella época daban a veces lecturas poco de fiar. Así

pues, no nos sorprendió que nuestros registros informáticos no mostraran mutaciones en la crucial posición 76. Sin embargo, aún conservábamos las viejas películas de rayos X, en las que se mostraba la secuencia en forma de una serie de franjas. Por puro milagro conseguí encontrar la placa de Nguna con fecha del 2 de junio de 1992, y la calidad era perfecta. Se podía leer con facilidad la secuencia hasta la posición 76 y más abajo. No había ni rastro de cambios en la 76 en ninguna de las muestras. Consulté inmediatamente al colega del Instituto que me había proporcionado las muestras de sangre originales, y le expliqué lo que había encontrado. Él tenía algunas muestras más de Nguna, y las examinamos para ver si tenían cambios en la posición 76. Ninguna lo tenía. Parecía increíble que no pudiéramos encontrar la mutación 76 en veinte muestras de una isla tan pequeña, cuando Erika aseguraba que aparecía en casi la mitad de sus muestras de la misma isla.

La situación era lo bastante seria como para justificar que me pusiera en contacto con Erika, de modo que le envié un *e-mail* a Dunedin (Nueva Zelanda), donde acababa de ocupar un puesto en la Universidad de Otago. Teniendo en cuenta lo tensas que eran nuestras relaciones, fui todo lo diplomático que pude, y me atuve al asunto principal. Le expliqué que no habíamos encontrado ni rastro de la trascendental mutación 76 en muestras de la misma islita. ¿Le importaría darme a conocer el origen de las muestras relevantes de Nguna y enviarme muestras que me permitieran repetir sus descubrimientos? Me contestó que estaba segura de las secuencias y que volvería a comprobar los resultados en cuanto pudiera, que siempre existe la posibilidad de un error en la secuenciación, pero que el puro volumen de sus datos le daba confianza. Considerando la gravedad de la situación y el impacto que la mera sospecha de recombinación mitocondrial estaba ejerciendo sobre la reputación de toda la especialidad, le hice una segunda petición de muestras del ADN de Nguna. Esto no es corriente, pero se hace algunas veces. Ya he comentado antes que cuando uno publica un artículo científico, se compromete implícitamente, siempre que sea posible, a poner el material bruto a disposición de los que deseen verificarlo. Este principio es una de las bases

del progreso científico. Sin verificación independiente, o al menos la oportunidad de hacerla, los resultados científicos carecen de validez. En la mayoría de los casos, las comprobaciones son innecesarias porque los descubrimientos son rápidamente superados por nuevos resultados. Pero esta era una situación en la que toda una especialidad se veía amenazada de extinción. La verdad sobre las muestras de Nguna, fuera la que fuese, tenía que salir a la luz. Y deprisa.

Lamento comunicar que mis peticiones de muestras para verificar las secuencias de Nguna no fueron atendidas. Tampoco tenía noticias de que otros laboratorios hubieran intentado ponerse en contacto con Erika para reproducir sus resultados. Mientras tanto, la reputación del ADN mitocondrial como instrumento evolutivo fiable estaba cayendo en picado. Los estudiantes se habían enterado del asunto. En los exámenes de antropología biológica de 1999 en Oxford, la caída en desgracia de las mitocondrias aparecía en muchas de las respuestas de los alumnos. En una concurrida reunión que tuvo lugar en el departamento de zoología, en la que se presentaron algunos nuevos trabajos de Maynard Smith, durante las preguntas que siguieron a la conferencia me encontré en la incómoda posición de tener que defender la reputación de las mitocondrias ante un público de biólogos evolutivos muy distinguidos e influyentes, que parecían ansiosos por dar la puntilla al tema.

A estas alturas, estaba bastante seguro de que los datos de Erika eran erróneos. Sin embargo, pensar eso no servía de nada. Tampoco iba a servir de mucho que publicáramos nuestros propios resultados de la misma isla. Seguiría quedando la incertidumbre, y el artículo original aguantaría la embestida. Si estaba equivocado, era la propia Erika la que tenía que corregirlo en la prensa científica. Mientras tanto, yo me había puesto en contacto con los coautores del artículo, que cooperaron todo lo que pudieron; pero seguíamos sin ver señales de las muestras.

En septiembre de 1999 se iba a celebrar un congreso en Cambridge, en el que tanto Erika como yo íbamos a hablar. Se trataba de una conferencia sobre Europa, y yo había presentado una comunicación sobre nuestro trabajo acerca de los europeos. Erika había sido invi-

tada a hablar sobre las islas del Pacífico, y todos suponíamos que también hablaría de la recombinación mitocondrial. En general, los congresos científicos son reuniones sumamente corteses. Hay una breve introducción a cargo del presidente de la sesión; el orador sube al estrado y presenta su trabajo, generalmente ilustrado por unas cuantas diapositivas o gráficos; aplausos educados, unas cuantas preguntas del público y tal vez unos pocos aplausos más; el presidente presenta al siguiente orador. En esta ocasión, cuando le llegó a Erika el turno de hablar, había una atmósfera palpable de expectación, la anticipación de un duelo que se notaba en el aire. El público estaba en completo silencio, dispuesto a no perderse ni una sola palabra.

Erika empezó diciendo que no iba a hablar de la recombinación. Un murmullo de sorpresa se extendió por el público. ¿Por qué había venido desde el otro extremo del mundo a un congreso sobre la historia genética de Europa, si no era para hablar de la recombinación mitocondrial? Mientras presentaba su texto sobre otros aspectos de su trabajo en el Pacífico, yo sabía que tenía que preguntarle por su trabajo en Nguna durante el turno de preguntas, aunque el tema no figurara en la presentación. Era la única manera de aclarar la cuestión. ¿Mantendría ella su versión? Cuando Erika terminó de hablar, yo levanté la mano y el presidente me invitó a formular mi pregunta. La verdad es que yo estaba muy nervioso y notaba cómo me latía el corazón. Pero la cuestión era tan importante que me obligué a seguir, en el tono más aséptico que pude.

—Erika —empecé—, aunque en tu charla no te has referido específicamente a ello, ya sabes que tu afirmación de que has encontrado ejemplos de recombinación mitocondrial en la isla de Nguna ha despertado un considerable interés. Y como también sabes, mi laboratorio no ha encontrado indicios de recombinación en muestras de la misma isla, que es muy pequeña. Se ha insinuado en la prensa científica [era verdad, y no había sido yo] que puede haber un error sistemático en las secuencias de ADN que aparecían en el artículo. ¿Cómo respondes a esa insinuación?

Respondió al instante que había revisado las secuencias y que las corroboraba.

Yo tenía que seguir adelante.

—En tal caso, Erika —dije—, ¿por qué te has negado a mis peticiones del ADN original para poder verificar las secuencias de manera independiente?

Toda la sala de conferencias quedó congelada en absoluto silencio.

—No me he negado —respondió.

—Pero no has respondido a mi petición, que viene a ser lo mismo —argumenté.

Aquello se estaba convirtiendo en una pelea de colegiales. Erika me acusó de no tener motivos científicos, sino personales, para plantear el asunto. Afortunadamente, antes de que yo pudiera responder a esta acusación, alguien hizo otra pregunta sobre los datos de la recombinación y obtuvo lo que a mí me pareció una respuesta igual de poco convincente. Y sin embargo, aunque a estas alturas muchos miembros del público tenían que tener dudas acerca de su artículo original, al final de la sesión Erika seguía manteniendo su postura. No hubo retractación. Todavía.

Después de aquel congreso, Erika empezó a recibir presiones de algunos de los coautores del artículo para que aclarara su postura. Por fin acabó reconociendo que las secuencias eran erróneas y en agosto de 2000, casi dieciocho meses después de la publicación del primer artículo, se publicó la corrección. Por alguna razón que no se explicaba, las secuencias de la primera parte de la región de control se habían corrido diez bases. Esto es algo que puede ocurrir si el aparato secuenciador no funciona bien. La base que el aparato había tomado por una mutación en la posición 76 era en realidad la base normal de la posición 86. Así pues, al final resultaba que no había ninguna mutación en la posición 76. Llegar a la verdad había constituido una experiencia agotadora, desagradable y dolorosa. Todo el mundo comete errores. Pero tardar tanto tiempo en corregir los errores, tratándose de un tema tan importante y con tantas ramificaciones, me parece completamente contrario al espíritu de la investigación científica. Pero ya estaba arreglado. Las mitocondrias habían sobrevivido al susto de la recombinación.

12

Habla el Hombre de Cheddar

Aunque ahora nuestro razonamiento científico parecía inatacable, a mí me seguía preocupando que pudiera haber un fallo en nuestra versión de la prehistoria europea, un fallo que les hubiera pasado inadvertido hasta a nuestros más persistentes y vociferantes críticos. Habían hecho un buen trabajo obligándonos a verificar y demostrar todos los aspectos imaginables de nuestro principal instrumento: el ADN mitocondrial. Habíamos comprobado y vuelto a comprobar la tasa de mutación. Habíamos pasado semanas aplicando diferentes versiones de nuestros programas de redes evolutivas, y todas habían dado los mismos resultados. Habíamos capeado el temporal de la recombinación. Seguíamos estando convencidos de que los principales capítulos de la historia genética de Europa se escribieron en tiempos de los cazadores-recolectores, mucho antes de que llegaran los agricultores. Desde luego, la agricultura había añadido algunos párrafos muy importantes, pero de ningún modo había borrado el texto original. Estábamos muy seguros de que casi todos los europeos nativos actuales podían remontar su ascendencia materna a los cazadores-recolectores que vivieron antes del alba del Neolítico y la llegada de la agricultura.

No obstante, aunque estábamos muy seguros de nuestros datos y del modo en que los habíamos interpretado, nuestras conclusiones seguían siendo meras inferencias acerca de acontecimientos pasados; inferencias basadas en grandes cantidades de datos y en sólidos tratamientos estadísticos, pero inferencias al fin y al cabo. Por eso, yo

aún sentía una cierta ansiedad. Tal vez hubiéramos cometido algún error en las fechas. Yo no creía que lo hubiéramos cometido, pero ¿y si fueran la mitad de lo calculado? ¿Y si los acontecimientos que nosotros habíamos situado hace cincuenta mil años ocurrieron realmente hace sólo veinticinco mil? Más importante aún: ¿y si la datación de los principales grupos mitocondriales, que nosotros habíamos situado hacia el final del último Período Glacial, hace quince o veinte mil años, estuviera equivocada en la misma medida y dichos grupos tuvieran en realidad menos de diez mil años? Eso los acercaría más de lo deseable al período Neolítico, y significaría que, después de todo, podían haber formado parte de la oleada de agricultores venidos de Oriente Medio.

Lo que necesitábamos era una prueba directa de ADN tomado de un fósil humano indudablemente anterior a la llegada de los agricultores. Si pudiéramos encontrar ADN que coincidiera con uno de estos grupos cruciales en los restos de un cazador que hubiera vivido miles de años antes de que se soñara siquiera con la agricultura, todo iría sobre ruedas. Ya no tendríamos que basarnos exclusivamente en reconstrucciones de las secuencias modernas. Habríamos encontrado el artículo auténtico en la Europa paleolítica. Y en ese caso, estos grupos mitocondriales tendrían que haber llegado a Europa miles de años antes de que se inventara la agricultura, y nuestras fechas serían correctas. Y al revés: si el ADN de un fósil muy antiguo no se parecía a nada de lo que ahora encontramos en Europa, ya no estaríamos pisando terreno firme. No podríamos estar seguros de que los antepasados de los principales grupos modernos estaban ya en Europa antes de la agricultura.

Los restos humanos del Paleolítico Superior son pocos y muy dispersos. Para empezar, diez mil años son mucho tiempo, y sólo en circunstancias óptimas los huesos duran tanto. Y los que han sobrevivido son ejemplares celosamente custodiados, y con razón. Tendríamos que presentar argumentos excepcionalmente convincentes para persuadir a un conservador de museo de que nos permitiera tomar una muestra de una de estas rarezas. Al menos, yo tenía a mi favor un historial de obtener ADN de huesos antiguos. Mis colabo-

radores y yo habíamos sido los primeros en hacerlo, en 1989 con los huesos de Abingdon, aunque en aquel caso el material sólo tenía unos cuantos siglos de antigüedad. Nuestro trabajo con el Hombre de los Hielos, varios años después, había recibido mucha publicidad y estaba bien considerado. Pero aquel había sido un caso único: un cuerpo completamente congelado. Con sus cinco mil años, era antiguo, pero no lo bastante antiguo para ser anterior a la agricultura. Aunque el ADN del Hombre de los Hielos pertenecía a uno de los grupos claves, no se podía utilizar en apoyo de nuestra hipótesis porque vivió dos mil años después de que la agricultura llegara a los Alpes. Buscábamos restos que fueran por lo menos el doble de antiguos que el Hombre de los Hielos. Aun así, este era, con gran diferencia, el humano más antiguo del que se había extraído ADN, y se trataba de un caso excepcional por ser un cuerpo congelado. No había ninguna garantía de que un esqueleto normal conservara su ADN durante cinco mil años, y ya no hablemos de diez mil.

Aunque el ADN es, sin duda, una molécula mucho más resistente de lo que se creía cuando todo el mundo temía sacarlo del refrigerador por miedo a que se descompusiera, no puede sobrevivir mucho tiempo por sí solo. Para resistir miles de años tiene que estar en un esqueleto. Lo que distingue a los huesos y los dientes de todos los demás tejidos es la hidroxiapatita, un mineral duro de calcio que protege de la descomposición a las proteínas y el ADN cerrando el paso a las bacterias y hongos que se alimentan de los tejidos blandos en el resto del cadáver. Mientras este mineral se mantenga intacto, existe la posibilidad de que el ADN haya escapado de ser devorado. En cuanto falta el calcio, el ADN queda expuesto y no tarda en desaparecer. El calcio es alcalino y sobrevive mucho mejor en suelos alcalinos que en los de otro tipo. En suelos neutros y sobre todo en suelos ácidos, el ADN tiene una vida mucho más corta. Los espectaculares cuerpos hallados en las turberas del norte de Europa, que conservan intactos hasta el cabello y la piel, tienen un aspecto hundido y desinflado porque el calcio de los huesos se ha disuelto en el pantano ácido. Gran parte de la proteína sobrevive y queda protegida de la descomposición por el ácido, que mata a las bacterias y los

hongos; pero, debido a su estructura molecular, el ADN se rompe en jirones rápidamente por la acción del ácido, aunque se trate de un ácido diluido. Así que, por desgracia, los cuerpos de las turberas no son una buena fuente de ADN antiguo.

También el calor es mala cosa. Las momias egipcias fueron de los primeros y más destacados objetivos para los que buscaban ADN antiguo; y efectivamente, algo se encontró. Pero estas momias eran los cadáveres cuidadosamente embalsamados de personas ricas, protegidos de la descomposición no sólo por los conservantes naturales del fluido embalsamador, sino también por una serie de sarcófagos de madera y piedra que mantenían el cuerpo aislado en una tumba subterránea, lejos del abrasador calor del sol. Hay miles de enterramientos mucho menos elaborados para los menos pudientes, en tumbas poco profundas, cerca de la superficie de la arena; pero aunque estas momias sólo tienen dos o tres mil años de antigüedad, están casi totalmente despojadas de sus proteínas y ADN. Al calcio, que es inorgánico, no le afecta el calor, pero las moléculas orgánicas desaparecieron hace mucho tiempo, descompuestas y lixiviadas por el achicharrante calor del desierto.

Sabíamos, pues, que teníamos que prescindir de los enterramientos en regiones calurosas y suelos ácidos, así que dirigimos nuestra atención hacia las cavernas calizas del norte de Europa. En el interior de estas cavernas, la temperatura se mantiene fresca y, lo que es igual de importante, constante durante todo el año. Probablemente, las fluctuaciones de calor y frío del desierto egipcio hacen más daño al ADN que el calor solo. Una temperatura fresca y estable era mucho más prometedora. Pero la principal ventaja de las cavernas calizas es el carácter alcalino del entorno. El mineral del hueso y la piedra caliza son muy similares químicamente. Ambos son compuestos de calcio. El agua que se filtra en las cuevas, formando estalactitas y estalagmitas y cubriendo las paredes de sedimentos, es rica en calcio disuelto. Hay calcio por todas partes. Un hueso abandonado en una cueva caliza no pierde su mineral por lixiviación. Y si el mineral se mantiene y la temperatura no es muy alta, también el ADN aguantará.

Las cavernas de la garganta de Cheddar (Cheddar Gorge) son las

más famosas de Gran Bretaña. Una estrecha y tortuosa carretera desciende desde lo alto de las colinas de Mendip, a unos treinta kilómetros al oeste de Bath. Al principio es como cualquier otro valle boscoso de esa parte del mundo. La carretera está flanqueada por fresnos y espinos, y en primavera los bosques están llenos de flores blancas e impregnados del penetrante olor del ajo silvestre. A medida que se va descendiendo, las paredes del valle se van haciendo más altas y los árboles se retiran a la parte alta de las laderas, cada vez más empinadas, hasta que, a sólo tres kilómetros de la parte alta, uno se encuentra frente a inmensas paredes calizas de cien metros de altura. Excepto en el fondo mismo de la garganta, no hay señal alguna del río que la formó. Este despareció bajo tierra hace mucho tiempo, y allí disolvió la roca formando cuevas y cavernas. La garganta se fue formando a medida que los techos se hundían y se volvían a hundir. Las cavernas más recientes siguen estando ahí, todavía no destruidas por las fuerzas del agua y la gravedad. En la bulliciosa población turística de Cheddar, al pie de la garganta, las cavernas son tan buen negocio como el queso que ha dado fama al pueblo. En el lado izquierdo de la garganta, justo enfrente del bar Cheddar Caves («Pescado y Pollo») y con la entrada parcialmente tapada por el café-bar Explorador y una tienda, está la caverna más grande y espectacular de todas: la Cueva de Gough. Y en el museo que hay cerca de la entrada de la caverna se alza una reproducción de su habitante más célebre: el Hombre de Cheddar. Fue desenterrado en 1903, y la posterior datación por carbono radiactivo le atribuyó una edad de unos nueve mil años, por lo menos tres mil años anterior a la llegada de la agricultura a Gran Bretaña. La reproducción es una copia del esqueleto original, que se conserva en el Museo de Historia Natural de Londres, bajo el cuidado de Chris Stringer, director del Equipo de Orígenes Humanos. Le telefoneé y concerté una cita.

Conocía a Chris por su reputación, y nos habíamos encontrado una vez en un congreso científico en Cerdeña. El Museo de Historia Natural lo conocía desde niño. A mi hermano y a mí siempre nos entusiasmaba que nuestra madre nos llevara allí los días que no había colegio. Al acercarme a la inmensa e imponente entrada románi-

co-victoriana, sentí verdadera emoción por estar regresando al museo, y no como un niño sino como un científico profesional. Para llegar al despacho de Chris Stringer tenía que pasar junto al esqueleto del *Diplodocus*, el enorme dinosaurio que domina la magnífica sala de entrada. Después torcí a la derecha por un amplio pasillo, de cuyas paredes colgaban esqueletos de ictiosaurios y otros reptiles marinos, todavía incrustados en la arcilla azul de los acantilados de Dorset, donde fueron encontrados. Pero cuando entré por la puerta del departamento de paleontología, el ambiente y la decoración cambiaron bruscamente, de lo dramático a lo profesional. Hileras y más hileras de anónimos cajoncitos ocultaban los tesoros catalogados que se guardaban en su interior. El moderno despacho de Chris Stringer estaba junto a este valiosísimo pero extrañamente silencioso testimonio de las maravillas del mundo natural.

Mientras tomábamos una taza de té, no tardé en explicar mis motivos para querer tomar muestras de fósiles humanos del Paleolítico. El había leído algo acerca de la controversia que había provocado nuestro trabajo sobre la prehistoria europea y comprendió rápidamente el interés que tenía examinar el ADN de un esqueleto preagrícola. Quería saber qué posibilidades había de que encontráramos ADN si nos daba permiso para tomar muestras. No pude darle una respuesta concreta. Al fin y al cabo, el Hombre de los Hielos era algo tan insólito que yo no podía asegurar que si habíamos tenido éxito con él también obtendríamos buenos resultados con un esqueleto no congelado y el doble de antiguo. Sin esa garantía, Chris se mostró comprensiblemente reacio a darnos permiso para tomar una muestra destructiva de algo tan precioso como el Hombre de Cheddar. Entonces me acordé de que también habíamos tenido éxito con huesos de animales del *Mary Rose*, e hice una propuesta que yo confiaba en que nos sacaría de aquel callejón sin salida. Si había huesos de animales de la cueva de Gough de más o menos la misma antigüedad, ¿podíamos probar con ellos? Si aquello daba resultado, tendríamos buenas razones para suponer que las condiciones de la caverna eran bastante adecuadas para preservar el ADN durante diez mil años. Afortunadamente, había docenas de restos de animales de la cueva de

Gough, y me volví a Oxford con un fragmento de hueso de ciervo.

Al cabo de un mes estaba de vuelta en el despacho de Chris con buenas noticias. Había abundante ADN en el hueso de ciervo. Chris estuvo de acuerdo en que aquello constituía una prueba suficientemente buena como para permitirme tomar una muestra del material humano. Con mucho cuidado, desplegó sobre la mesa de su despacho los auténticos restos del Hombre de Cheddar, cada uno dentro de su caja de cartón rellena de algodón. El cráneo tenía una caja de madera hecha a medida, con un soporte de gomaespuma que sostenía la delicada reconstrucción de los doce o más fragmentos unidos con pegamento. No me atreví a tocarlo. Por fin nos decidimos por el astrágalo, un hueso bastante robusto del pie. Chris lo empaquetó en una cajita de cartón y me lo llevé al laboratorio.

Al día siguiente, taladré con mucho cuidado el hueso. Aunque por fuera parecía un hueso macizo, no lo era. Nada más empezar, atravesé la fina corteza y penetré en el nido de abeja interior. En el montoncito parduzco de polvo de hueso producido por el taladro cayeron unas cuantas motitas negras. Desde luego, aquellas partículas negras no parecían de hueso; probablemente serían partículas de tierra que habían logrado penetrar hasta el centro del hueso por alguna grieta. Las recogí una a una con unas pinzas de relojero y las coloqué a un lado. Tenía exactamente 17,8 miligramos de polvo de hueso del Hombre de Cheddar. Tendría que bastarme con aquello; no quería hacer otro agujero. Al día siguiente supe que no iba a salir bien. No había ni rastro de ADN. Los experimentos de control habían funcionado a la perfección. En todos los controles positivos había puntos brillantes de color naranja fluorescente, que indicaban la presencia de ADN amplificado. Las pruebas en blanco, que se pasan siempre al mismo tiempo con agua y sin extracto de hueso, para controlar la contaminación, estaban todas en blanco. Y lo mismo ocurría con el extracto de pie del Hombre de Cheddar. Aquello era terriblemente decepcionante.

Volví a Londres para discutir el asunto con Chris. Sabíamos, por los buenos resultados obtenidos con el hueso de animal, que el ambiente de la cueva de Gough era bastante adecuado para preservar el ADN durante diez mil años, por lo menos. Tal vez hubiera influido

el hecho de que los huesos humanos habían estado fuera de la cueva durante casi todo un siglo. Tal vez la resina que se había utilizado para estabilizar los huesos hubiera interferido con la extracción del ADN. O tal vez no hubiera allí nada de ADN, y punto. Para que tuviéramos algo que nos ayudara a enfocar las ideas, Chris volvió a traer a su despacho el cráneo y lo colocó sobre el escritorio. Normalmente, no me resulta muy fácil relacionar un cráneo con una persona viva, pero al mirar los fragmentos colocados sobre la mesa empecé a imaginar que sobre el cráneo reconstruido se volvían a formar la carne y la piel de la cabeza. Al escribirlo, esto suena bastante macabro, pero en aquel momento no lo era en absoluto. En mi imaginación, aquello ya no era un conjunto de fragmentos de hueso sin vida, sino una persona real. No me pude hacer una imagen clara de su aspecto —no tenía ni idea de si el pelo había sido negro o rubio, ni si los ojos eran castaños o azules—, pero tenía una fuerte sensación de que aquello era una persona. Extraña, distante, de un tiempo remoto, pero una persona a pesar de todo. ¿Qué historias podía contarme sobre su vida y su familia? Cogí la mandíbula inferior y miré los dientes, los dientes que él había utilizado para cascar avellanas y desgarrar la carne de ciervos recién cazados. El esmalte estaba gastado, pero los dientes no estaban estropeados. A decir verdad, parecían bastante sanos en comparación con los míos, que están llenos de empastes. Cuando se lo comenté a Chris como de pasada, él se volvió y dijo: «Pues si estos te parecen buenos, ven a echar un vistazo a estos otros.» Me guió fuera de su despacho, a la gran sala con las hileras de cajones. Fuimos hasta la parte del fondo, y allí Chris sacó otra cajita de madera. La abrió y en su interior, sujeta por su acolchamiento de gomaespuma, estaba la mandíbula inferior de un varón más joven. Los dientes eran absolutamente perfectos: blancos, regulares y sin señales de deterioro. Parecían salidos directamente de un anuncio de pasta dentífrica. Supuse que tendrían, como máximo, unos cuantos siglos de antigüedad. Pero no era así. Aquellos eran los dientes de un joven que vivió hace más de doce mil años —más de tres mil años antes que el Hombre de Cheddar— y que el propio Chris había desenterrado en la cueva de Gough en 1986.

Cuando volvimos al bien iluminado despacho, los dientes pare-cían aún mejores. ¿Sería posible que, en el interior de los dientes, la dentina y la cavidad de la pulpa estuvieran mucho mejor protegidas que los huesos? ¿Sería posible que las pocas moléculas de ADN que necesitábamos para poner a prueba nuestra teoría estuvieran ocultas dentro de los dientes, encerradas en una cubierta intacta de esmalte? Aunque habíamos fracasado con el pie del Hombre de Cheddar, ambos coincidimos en que valía la pena intentarlo. Pero ninguno sabía cómo extraer el ADN de los dientes, y menos de dientes todavía insertados en el maxilar, y no había ni que pensar en arrancarlos para facilitar la tarea. Prometí que me iría a diseñar un método para horadar los dientes de manera que no quedaran marcas en el esmalte ni hubiera que separarlos de la mandíbula. Si lo conseguía, Chris me permitiría tomar una muestra del ejemplar de la cueva de Gough.

Al cabo de dos semanas estaba de vuelta, después de practicar con unos cuantos dientes que me había cedido mi dentista, el señor Miller. Había perfeccionado un método para horadar la raíz molar y sacar la dentina con el diente todavía insertado en el maxilar, y llevaba algunas muestras de mi trabajo para que Chris las examinara. Después de probar y rechazar un taladro de dentista normal (el aire comprimido lanzaba el polvo en todas direcciones), había encontrado un pequeño taladro de modelismo que me recomendó un compañero de trabajo y que compré en una ferretería de Tottenham Court Road, Londres. Era perfecto para hacer el pequeño orificio de entrada justo por debajo del esmalte. Una vez que se penetraba en el diente, se le podía acoplar otra broca más larga, y moverla de delante a atrás, para reducir la dentina a polvo fino. Además, yo había construido un improvisado aparato de succión con el que resultaba muy fácil extraer el polvo del interior del diente y pasarlo a un tubo de ensayo. Después, ya sólo era preciso rellenar el orificio con un cemento de color adecuado, y el diente seguiría pareciendo como nuevo (que lo era). Y la dentina, al menos en los dientes que yo había usado para probar, estaba llena de ADN.

Para evitar la omnipresente posibilidad de contaminación con ADN moderno, necesitaba horadar los dientes de los fósiles de Ched-

dar en mi laboratorio, donde poco antes habíamos instalado una cámara con filtros de aire. Era una unidad prefabricada, construida para la industria de los chips de silicio. El aire que entraba se filtraba y se mantenía a una presión positiva, de modo que no había posibilidad de que en la cámara penetrara polvo ni escamas de piel cuando uno entraba por la puerta hermética. Se trataba de una precaución cara y complicada, pero valía la pena. Así pues, tuve que llevarme la mandíbula a Oxford... y aquello fue una pesadilla. Yo había ido a Londres en autobús, y en autobús volví con aquel preciosísimo e irreemplazable ejemplar en su caja, colocada en el asiento contiguo al mío. Cada pocos segundos volvía la cabeza para asegurarme de que seguía estando allí, intentando imaginar lo que diría si lo perdía. Gracias a Dios, no lo perdí; y a última hora de la tarde estaba a salvo, guardado en el armario de muestras de Oxford.

Al día siguiente comencé la extracción. No pudo salir mejor. El taladro se hundió con facilidad en el segundo molar, pero no con demasiada facilidad, lo cual habría sido señal de mala conservación, y se notó en el aire un leve olor a quemado. Era el colágeno, vaporizado por la velocidad del taladro; un olor que yo odiaba cuando tenía que ir al dentista, pero que ahora me encantó porque era señal de que en el ejemplar quedaba mucha proteína... y donde hay proteína suele haber ADN. Cuando apliqué la bomba de succión, el polvo de color crema salió volando del diente al tubo de ensayo. Había muchísimo: casi 200 miligramos. Tomé 50 miligramos, para que quedara suficiente para repeticiones, e inicié el proceso de extracción.

A la tarde siguiente ya sabía que tenía ADN mitocondrial del diente. Durante las dos semanas siguientes me dediqué a leer la secuencia, a revisarla y a confirmarla mediante una segunda extracción. Estaba contemplando la secuencia de ADN de un fósil humano; la más antigua, con gran diferencia, que se había extraído en todo el mundo. Pero aquello no era lo más importante. La trascendental información que nosotros buscábamos estaba contenida en los detalles de la secuencia misma de ADN. ¿Sería la misma secuencia de un europeo moderno, o una misteriosa reliquia ya extinguida?

La respuesta era clara como el agua: el antiguo ADN de la cue-

va de Gough era también completamente moderno. La secuencia coincidía con la del más grande de los siete grupos mitocondriales. Es, con mucho, la secuencia más común en la Europa moderna. Y la habíamos encontrado en el diente de un joven que había vivido siete mil años antes de que la agricultura llegara a Gran Bretaña. Ahí teníamos la prueba de que esta secuencia, este grupo y, por extensión, los demás grupos de edad similar, estaban perfectamente establecidos en Europa mucho antes de la llegada de los agricultores. El fondo génico del Paleolítico Superior no se había diluido hasta desaparecer al llegar los agricultores de Oriente Medio. Hay en nosotros más proporción de cazador de lo que nadie había imaginado.

Aunque no había ido más allá de taladrarle un hueso del pie, este no fue mi último encuentro con el Hombre de Cheddar. Volvimos a ser presentados, por decirlo de algún modo, en un documental de televisión. Philip Priestley, un productor independiente, estaba preparando una serie de programas sobre temas arqueológicos para un canal de TV de la región oeste, y uno de ellos tenía como tema central la excavación de un palacio sajón en Cheddar. A estas alturas, nuestro trabajo sobre la continuidad genética desde el Paleolítico hasta la actualidad era relativamente conocido, y a Philip se le ocurrió que sería muy televisivo poder relacionar, por medio del ADN, a algunos de los actuales residentes del pueblo con el mismísimo Hombre de Cheddar. Aquello parecía divertido y a la vez tenía su mérito; pero yo le expliqué que ya había hecho un intento de extraer ADN del Hombre de Cheddar y había fracasado. Si él podía obtener la autorización de Chris Stringer, yo estaba dispuesto a volver a intentarlo, esta vez con los dientes y no con los huesos del pie, pero sólo con la condición de que si no obteníamos resultados, no nos filmarían. Siempre trabajo con esa condición. He visto demasiados programas que empiezan con grandes alharacas, creando expectativas de un gran descubrimiento científico al final, para luego difuminarse en un experimento fallido o no concluyente. Así pues, tras habernos puesto de acuerdo en las normas básicas, y tras otro angustioso viaje en autobús, esta vez con un fósil aún más famoso en la caja del asiento de al lado, taladré el primer molar del Hombre de Cheddar.

Salió el polvo, no tan limpio como el anterior material de la cueva de Gough, pero en cantidad suficiente para una extracción. Encontramos ADN suficiente para obtener una secuencia razonable, y no nos sorprendió comprobar que encajaba cómodamente en uno de los siete grupos. Philip, comprensiblemente nervioso porque se acercaba la fecha de rodaje, se puso contentísimo y organizó inmediatamente la segunda fase de la operación, la toma de muestras de los residentes de Cheddar. El emplazamiento del palacio sajón, que aparece en otro programa de la serie, se encuentra en los terrenos del colegio de enseñanza secundaria, y parecía lógico consultar a la dirección del colegio para ver si consentía que sus alumnos participaran en el programa. Para entonces ya habíamos perfeccionado nuestro procedimiento de toma de muestras de ADN. Ya no utilizábamos muestras de sangre; habíamos descubierto que frotando suavemente con un cepillito el interior de los carrillos se recogen suficientes células de la superficie para obtener ADN en abundancia. Tras una breve visita al colegio, nos hicimos con veinte muestras de voluntarios de sexto curso y algunos profesores. Conociendo la frecuencia con que se encuentra la secuencia del Hombre de Cheddar en la Inglaterra moderna, yo calculaba que había un 50 por ciento de posibilidades de encontrar una coincidencia bastante aproximada entre las veinte muestras que habíamos tomado. Conocíamos los nombres y (un detalle importantísimo, como luego se vio) las edades de los voluntarios. Philip se puso al teléfono.

—Tenemos una que coincide —le dije.

—¿Quién es? —fue su primera pregunta.

Aquello no formaba parte del trato. Aunque habíamos acordado que intentaríamos encontrar una secuencia coincidente entre los veinte residentes, yo no había dicho que fuera a identificar a ningún individuo, por muy buenas razones. A pesar de que los chicos y sus padres habían firmado documentos accediendo a que se les tomaran muestras de ADN y a participar en el programa de televisión, a mí me parecía que existía la posibilidad de que no se dieran cuenta del lío en que se estaban metiendo si la historia tenía mucha difusión. Aunque nunca se puede saber de antemano la repercusión que va a tener

un reportaje, la experiencia de Marie Moseley y el Hombre de los Hielos daba una idea de las posibilidades.

Al llegar aquí, Philip se empezó a alterar. Le parecía que la historia no valía nada si no se identificaba a un individuo. Me envió inmediatamente por fax una copia del documento de autorización, pero a mi modo de ver aquello era un permiso normal, y en mi opinión no bastaba para alegar que con ello se consentía una posible intrusión de los medios de información de todo el mundo en la vida de un adolescente. Cotejé la lista de secuencias con los nombres y edades de los voluntarios. No había una coincidencia, sino tres: dos secuencias exactas a la del Hombre de Cheddar y otra con una sola mutación de diferencia; y aunque las dos coincidencias exactas correspondían a chicos, la que sólo se parecía era de un profesor; concretamente, el profesor de historia que estaba organizando el rodaje en el colegio, Adrián Targett. Así que decidí identificar a Adrián Targett, pero no a los dos estudiantes. Tal como se desarrollaron las cosas, resultó una de las mejores decisiones que he tomado en mi vida. Sin que yo lo supiera, Philip y su equipo de publicidad habían organizado una «revelación» pública en la que se identificaría a Adrián Targett como pariente del Hombre de Cheddar ante las cámaras y en presencia de un equipo de noticias de televisión. También ellos empezaban a darse cuenta de la magnitud potencial del asunto. Al día siguiente, cuando fui al puesto de prensa, no pude dar crédito a mis ojos. La historia de Adrián Targett y el Hombre de Cheddar estaba en *todos* los periódicos: desde el *Times* de Londres hasta el tabloide *Daily Star,* todos sacaban en primera página a Adrián Targett, posando junto a su famoso pariente fósil. Los compré todos.

Durante los siguientes días y semanas, la historia del Hombre de Cheddar circuló por todo el mundo. Coincidí con Adrián Targett en un coloquio de televisión. Me dijo que un periódico sensacionalista, famoso por sus fotos de mujeres con los pechos al aire, le había ofrecido una cantidad de cinco cifras (es decir, por lo menos 10.000 libras) por posar en taparrabos de piel junto a su antiguo pariente. Como era un hombre sensato y consciente de su posición como profesor, había rechazado la oferta. Pero aquello me hizo preguntarme

cuánto le habría ofrecido el periódico a una chica adolescente por posar con la misma prenda... o con menos. Aún ahora, cuando han transcurrido años, la gente me sigue recordando la historia del Hombre de Cheddar, aunque no siempre con exactitud. En el año 2000, estaba hablando ante un público norteamericano sobre algo completamente diferente, cuando una mujer me preguntó: «¿Es usted el que hizo el ADN del Hombre del Queso?» En su momento, no me sorprendió recibir un aluvión de cartas durante las semanas siguientes a la difusión del reportaje. Muchas cartas eran de felicitación, incluyendo una, muy bien informada, de los reclusos de la prisión de San Quintín, en California, que estaban impacientes por discutir los descubrimientos en la próxima sesión de su grupo de estudio de antropología. Pero la que más me llamó la atención venía del secretario de lord Bath. Resultaba que las cavernas de Cheddar formaban parte de las propiedades de lord Bath. Evidentemente, había leído el reportaje (aunque nunca supe si en el *Times* o en el *Daily Star)* y quería saber si también él estaba emparentado con el Hombre de Cheddar.

Alexander Thynn, lord Bath, es el propietario de Longleat, una de las mansiones más bellas de Inglaterra. Es famosa por el *safari park* que hay en sus terrenos, donde los visitantes pueden contemplar a los famosos leones de Longleat y otros animales peligrosos, desde la supuesta seguridad de un coche. El propio lord Bath, denominado afectuosamente el Lomo de Longleat[1], es muy conocido por su idiosincrática vida personal. Además de su mujer legítima y sus hijos, tiene un conjunto de lo que él llama «esposillas» *(wifelets),* muchas de las cuales viven en la propiedad. Decididamente, aquello valía la pena, y el fin de semana siguiente me puse en camino hacia Wiltshire. Fui conducido escaleras arriba hasta su lujosa suite en el ático de la magnífica mansión isabelina. Lord Bath en persona, ya sesen-

[1] Juego de palabras entre Longleat Lion («león de Longleat») y Longleat Loin («lomo de Longleat»). En sentido figurado, *the loins* es la parte del cuerpo considerada como la sede de la fuerza física y la potencia generadora. La frase *to gird up one % loins* («ceñirse los ríñones») se interpreta como «prepararse para la acción». *(N. del T.)*

ton pero con un centelleo juvenil en los ojos, aguardaba vestido con uno de sus kaftanes de brillantes colores, parte de una colección que rebosaba de un armario situado cerca de un escritorio de madera absolutamente enorme. Era evidente que disfrutaba con aquella vida. Mientras yo me ponía a hablarle de genética, él escanció dos grandes copas de vino rosado de un grifo en la pared. Unas cuantas copas después pasamos a la prueba propiamente dicha, y el lord se cepilló el interior de la boca. A lo largo de la mañana, varias personas más pasaron por la suite, y a todas las animó a que se hicieran la prueba, a lo que ellos accedieron de buena gana. Estaba claro que su personal le apreciaba. A la hora de comer teníamos una docena de cepillos con ADN y era hora de que yo me marchara.

Cuando obtuvimos los resultados, no nos sorprendió comprobar que lord Bath no era pariente cercano del Hombre de Cheddar. No había ninguna razón para que lo fuera. Pero su mayordomo, Cuthbert, una de las otras personas que habían aportado una muestra durante mi visita a Longleat, tenía una secuencia *exacta.* De golpe y porrazo, podía jactarse de un linaje con nueve mil años de antigüedad, a cuyo lado, el pedigree de quinientos años de los Thynn parecía claramente *nouveau.* Le pregunté a lord Bath cómo había encajado Cuthbert la noticia. ¿Le había hecho reconsiderar su actitud para con la aristocracia? «Bueno... —replicó el lord con una sonrisa—. Últimamente se siente muy seguro de sí mismo.»

Ya habíamos hecho todo lo que nos era posible por respaldar nuestra afirmación de que las antepasadas maternas de la mayoría de los europeos modernos vivían ya en Europa mucho antes de la llegada de la agricultura. No podíamos decir nada de otros genes, sólo del ADN mitocondrial; pero sobre esta base habíamos obtenido una clara imagen de la prehistoria europea, elaborada a partir de ADN moderno y fósil: no hubo una sustitución masiva de los cazadores-recolectores por los agricultores, sino una notable continuidad que se remonta a los tiempos paleolíticos. Sólo había una crítica de Cavalli-Sforza a la que no podíamos responder. Lo mires como lo mires, el ADN mitocondrial es sólo un gen y, como tal, sometido a fluctuaciones estadísticas que pueden hacer que no sea representativo del conjun-

to del legado genético humano. A mí esto no me parecía muy probable; pero lo que necesitábamos para dar peso a nuestra versión de la prehistoria europea era una confirmación basada en otro gen totalmente distinto.

13

Adán se incorpora a la partida

La historia que he contado en este libro es una historia del mundo grabada en el gen más fácil de leer, el ADN mitocondrial. En ese sentido, pues, es el evangelio según Eva. La belleza y sencillez de esta visión del registro del pasado a través del ADN mitocondrial se derivan de la peculiaridad genética de este, y en particular del claro mensaje que transmite prácticamente inalterado de generación en generación, modificado tan sólo por el lento tictac del reloj molecular, a medida que se van acumulando mutaciones, poco a poco y de una en una.

Sería verdaderamente extraño que en los otros genes que poseemos se ocultara una segunda historia, completamente diferente. Todos estos otros genes se encuentran en los cromosomas del núcleo celular. Según los cálculos más recientes, son casi 30.000. ¿Es que va a haber 30.000 versiones diferentes del pasado humano, esperando ser leídas? En cierto sentido, sí, porque cada uno de esos genes puede tener una historia diferente. Cada uno puede haber tenido un antepasado diferente durante el curso de la evolución humana. Sin embargo, aunque nuestros genes nucleares pueden haber sido adquiridos en distintos momentos, es completamente imposible seguir todas estas líneas a lo largo de una rama de ascendencia conocida, tal como hemos podido hacer con el ADN mitocondrial. Esto se debe a que, a diferencia del ADN mitocondrial, los genes nucleares se heredan por igual del padre y de la madre. Usted no tiene más que un antepasado mitocondrial en la generación anterior: su madre; pero tiene dos

antepasados nucleares: su padre y su madre. Esto no parece demasiado complicado. Pero vamos a remontarnos una generación más. Ahora tiene usted cuatro antepasados nucleares, sus cuatro abuelos; pero sigue teniendo una sola antepasada mitocondrial: la madre de su madre. Remóntese otra generación y se encontrará con ocho antepasados nucleares, sus bisabuelos; pero *todavía* sigue teniendo una sola antepasada mitocondrial: la madre de su abuela materna. Con cada generación, el número de antepasados nucleares se duplica. Si nos remontamos veinte generaciones, aproximadamente hasta el año 1500, puede haber en teoría más de un millón de antepasados que han contribuido a sus genes nucleares. En la práctica, muchos de esos potenciales antepasados serán los mismos individuos, cuyas líneas de descendencia han llegado hasta usted por diferentes caminos, pues a lo largo de las generaciones los hombres y las mujeres se cruzan de maneras impredecibles.

Rastrear la genealogía de los 30.000 genes a través de este laberinto de interconexiones sería completamente imposible. Si a eso le añadimos la confusión introducida por la recombinación, la magnitud de la tarea aturde la mente. La recombinación cromosómica en cada generación significa que cualquier gen puede ser una combinación de una parte de un antepasado y otra de otro. Por el momento, leer las diferentes versiones individuales de la historia humana en estos genes y fragmentos de genes del núcleo celular es algo tan complicado que resulta imposible. Aún se tardará mucho tiempo en avanzar más allá de los toscos resúmenes de la historia humana que hemos ido confeccionando desde los tiempos de las comparaciones de frecuencias génicas.

Sin embargo, un gen —o mejor dicho, un cromosoma— es inmune a estas espantosas complicaciones. Se llama Cromosoma Y, y tiene un único propósito en la vida: crear hombres. En comparación con los otros cromosomas humanos, es pequeño y atrofiado, y sólo lleva un gen que tenga verdadera importancia. Se trata del gen que impide que todos los embriones humanos se transformen en niñas. Sin un cromosoma Y, el curso natural de los hechos es que el embrión humano se desarrolle hasta formar una mujer. Pero si un em-

brión tiene un cromosoma Y, y si el gen —que recibe el poco distinguido nombre de SRY— funciona como es debido, se activarán otros muchos genes situados en diferentes cromosomas, que harán cambiar de rumbo el desarrollo del embrión, para que no se transforme en una mujer, sino en un hombre. El gen SRY activa genes de otros cromosomas, que suprimen el desarrollo de los ovarios y en su lugar inducen el crecimiento de testículos y la producción de la hormona masculina testosterona.

Dos observaciones pusieron de relieve el importantísimo papel desempeñado por el gen SRY en la determinación del sexo. En muy raras ocasiones, aproximadamente uno de cada 20.000 nacimientos, nace una niña con un cromosoma Y. Estas niñas parecen normales, aunque suelen ser un poco más altas que la media. Pero al llegar la pubertad, sus ovarios y útero no se desarrollan adecuadamente, y no pueden tener hijos. El análisis genético del cromosoma Y de estas chicas demuestra que el gen SRY falta por completo o contiene una mutación que impide que funcione como es debido. La otra evidencia gráfica de que el gen SRY es suficiente para que se forme un macho se observó en una investigación con ratones. Los ratones machos también tienen cromosomas Y, con el equivalente ratonil del gen SRY humano (llamado, en un alarde de imaginación clasificatoria, Sry). En un elegantísimo experimento de ingeniería genética, se clonó el gen Sry de un ratón macho y se trasplantó a un óvulo fecundado de ratón que, de otro modo, se habría convertido en una hembra. A pesar de que el embrión sólo disponía del gen clonado, y no de un cromosoma Y completo, se transformó en un macho.

Así es como se determina el sexo de un niño. Los padres, al ser varones, poseen un cromosoma Y La mitad de sus espermatozoides contiene una copia de este cromosoma Y, con el gen SRY, y la otra mitad contiene otro cromosoma, el X. El sexo del bebé depende exclusivamente de si el espermatozoide concreto que fecunda el óvulo de la madre contiene un cromosoma X o un Y. Si el espermatozoide vencedor lleva un cromosoma X, nacerá una niña. Si, en cambio, lleva un cromosoma Y, nacerá un niño. La mujer no influye de ningún modo en el sexo del hijo. ¿A cuántas mujeres de los siglos pasados

les habría encantado que se supiera este hecho tan sencillo? ¿Con cuánta frecuencia se atribuyó la «incapacidad» de tener hijos varones a un fallo, deliberado o no, de las esposas?

Así como el ADN mitocondrial sigue una genealogía materna generación tras generación, la herencia del cromosoma Y de padres a hijos debería permitir trazar de manera especular la línea paterna de una generación a otra. Si el cromosoma Y se pudiera clasificar genéticamente en tipos, y si no interviniera en recombinaciones que mezclaran el mensaje, habría buenas razones para pensar que sería el complemento perfecto del ADN mitocondrial, para leer la historia, no de las mujeres, sino de los hombres. El cromosoma Y, como todos los demás cromosomas del núcleo, es una molécula lineal y muy larga de ADN. Mientras que el ADN mitocondrial sólo tiene poco más de 16.500 bases en su círculo de ADN, el cromosoma Y comprende unos sesenta millones de bases de un extremo a otro. Puede que sea el más canijo de los cromosomas humanos, pero aun así contiene más de 4.000 veces más ADN que una mitocondria. Además, sí que experimenta algo de recombinación génica. En cada punta del cromosoma Y hay una sección de ADN que se sobrecalza con el cromosoma X. Pero dado que estas secciones representan menos del 10 por ciento del cromosoma total, esto no supone un gran problema. Los genes situados en la parte recombinante del cromosoma Y tendrán una genealogía mixta, en la que se cambian genes de manera impredecible entre hombres y mujeres, como ocurre con todos los demás genes nucleares. Sin embargo, el restante 90 por ciento del cromosoma Y, situado entre los extremos recombinantes, no se mezcla. Este largo segmento se transmite intacto a través de las generaciones. Pero ¿son los cromosomas Y diferentes unos de otros? Y si es así, ¿en qué difieren? Sólo si en él hubiera variedad y diversidad podría el cromosoma Y resultar útil para leer la historia humana. Si todos los cromosomas Y fueran exactamente iguales, no servirían para nuestros propósitos.

Los cromosomas son intensamente estudiados al microscopio por expertos citogenetistas, en laboratorios de genética médica dedicados a la búsqueda de anormalidades que permitan diagnosticar enferme-

dades hereditarias como el síndrome de Down o explicar las causas de la esterilidad. Con toda esta actividad, los citogenetistas ya habían observado que algunos cromosomas Y destacaban por ser mucho más largos que la media. Esto era prometedor; pero no constituía una manera muy precisa de diferenciar los cromosomas Y a gran escala. Además, las longitudes eran inestables y cambiaban de una generación a otra. Lo que se necesitaba era algún tipo de análisis del ADN del cromosoma Y, similar al que había convertido al ADN mitocondrial en una estrella. De ese modo se podrían clasificar los cromosomas Y de cientos o miles de voluntarios de manera fácil y barata. Pero ¿cómo localizar los segmentos del cromosoma Y que mostraran las mayores diferencias entre unas personas y otras?

La rica diversidad de la mitocondria está concentrada en un pequeño círculo de ADN, de sólo unos miles de bases. Y lo que es mejor: la región de control concentra aproximadamente un tercio de la diversidad de toda la mitocondria en sólo quinientas bases que se pueden secuenciar de una sola tirada en un aparato secuenciador automático. ¿Se podría encontrar algo similar en el cromosoma Y? La respuesta no tardó en llegar. Varios laboratorios, confiando en el éxito, empezaron a buscar diferencias entre los cromosomas Y, secuenciando el mismo segmento de ADN de dicho cromosoma correspondiente a voluntarios con el menor parentesco posible. En uno de los primeros estudios se secuenciaron 14.000 bases de los cromosomas Y de doce hombres de orígenes geográficos muy diferentes. Sólo se encontró una mutación. Con ese mismo número de personas, si en lugar de usar el cromosoma Y se hubiera tomado un segmento equivalente de 14.000 bases de ADN mitocondrial, se habrían encontrado docenas de mutaciones. Otro laboratorio secuenció un segmento de 700 bases de un gen de los cromosomas Y de 38 hombres diferentes, sin encontrar una sola diferencia en ninguno de ellos.

Esto resultaba bastante deprimente para los científicos implicados (gracias a Dios, yo no era uno de ellos). Hubo mucho rascar de cabezas. ¿Por qué los cromosomas Y eran tan similares en todo el mundo? Dado que los cromosomas Y no contienen apenas genes propiamente dichos y están llenos de «ADN basura» sin ninguna función

evidente, sería de esperar que en el cromosoma Y hubiera más variación, no menos, que en los cromosomas normales, repletos de genes. En el ADN basura, las mutaciones se pueden acumular sin problemas, porque este ADN no tiene ninguna función y su secuencia exacta no importa mucho. Casi todas las mutaciones que se producen en genes con funciones importantes interfieren con el funcionamiento de dichos genes y no tardan en ser eliminadas por la selección natural. Desde luego, era un misterio que en el cromosoma Y hubiera tan pocas mutaciones.

La más popular de las teorías propuestas para explicar esta falta de variación establecía una relación con el hecho de que, en condiciones adecuadas, los hombres pueden tener muchos más hijos que las mujeres. Si en el pasado unos pocos hombres hubieran tenido gran cantidad de hijos, muchos de ellos varones, sus cromosomas Y se habrían difundido con rapidez por el mundo, a expensas de los cromosomas Y de sus infortunados contemporáneos varones, que tuvieron pocos hijos o ninguno. Si esto hubiera sucedido con frecuencia, continuaba diciendo la teoría, en la actualidad habría muchas menos variedades de cromosomas Y de las que habría si todos los hombres hubieran tenido aproximadamente el mismo número de hijos. Es cierto que ha habido hombres especialmente prolíficos. El récord mundial lo ostenta Moulay Ismail, emperador de Marruecos, del que se dice que en 1721, a los 49 años de edad, había tenido ya setecientos hijos (y es de suponer que otras tantas hijas). Murió en 1727, así que todavía dispuso de seis años para engendrar algunos más. La mujer más prolífica queda muy atrás: es la señora Feodora Vassilyev, una rusa que dio a luz 69 hijos entre 1725 y 1765. Todos sus partos fueron múltiples —dieciséis parejas de gemelos, siete grupos de trillizos y cuatro conjuntos de cuatrillizos—, así que también fue una mujer excepcional en este aspecto. La capacidad de las mujeres para tener gran número de hijos está limitada por su biología, que la reduce a un embarazo al año, como máximo. En cambio, los hombres no están limitados por este factor temporal y, en teoría, pueden tener miles de hijos. Pero esa fantasía de varones enormemente prolíficos que esparcen su semilla por todo el mundo, reduciendo la diversidad de

los cromosomas Y con sus prodigiosas proezas de poligamia, resultó ser sólo eso: una fantasía. Gracias al enorme esfuerzo realizado durante los diez últimos años en laboratorios de todo el mundo, se ha acabado descubriendo que el cromosoma Y contiene, después de todo, abundantes mutaciones.

Estas mutaciones son principalmente de dos tipos. Las del primero son exactamente iguales a las que ya estamos acostumbrados a ver en el ADN mitocondrial: el simple cambio de una base por otra. Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre en las mitocondrias, donde se encuentran convenientemente concentradas en la región de control, en el cromosoma Y estas mutaciones están esparcidas a intervalos irregulares por toda la longitud del cromosoma. En la práctica, esto es un fastidio, porque hay que buscarlas una a una, pero no constituye un obstáculo insuperable. El otro tipo de mutación es muy poco frecuente en las mitocondrias, aunque habíamos encontrado un ejemplo en las muestras de Polinesia. Me refiero a la deleción de nueve bases en el círculo de ADN mitocondrial. Un cuidadoso estudio de la secuencia de ADN en las proximidades de esa zona reveló que, en realidad, no es que hubiera una deleción en el ADN mitocondrial de los polinesios, sino más bien una duplicación de ese segmento de nueve bases en el resto de nosotros. Este tipo de mutación, en el que un corto segmento de ADN se repite una y otra vez, es bastante común en los cromosomas nucleares y, gracias a Dios, el cromosoma Y no es una excepción en este aspecto. Se han descubierto en él docenas de estos segmentos repetidos, y la diferencia entre individuos radica en el número de repeticiones. Afortunadamente, esto resulta fácil de medir. Esta rica fuente de variación reveló de pronto que existen miles de cromosomas Y diferentes, que se pueden distinguir unos de otros por estos dos tipos de mutaciones. La identificación genética de los cromosomas Y se ha hecho realidad.

Debido a la gran competencia entre los científicos empeñados en descubrir las mutaciones útiles, los laboratorios se mostraban muy cautos a la hora de revelar, según a quién, que habían descubierto una nueva. Como consecuencia, los laboratorios se fueron organizando en camarillas rivales, que utilizan diferentes conjuntos de mutaciones

para caracterizar los cromosomas Y; todavía no existe un criterio común. Esto significa que los diferentes grupos de laboratorios han elaborado diferentes redes evolutivas. Se trata de una situación temporal, y tengo la esperanza de que en un futuro próximo todos se pongan de acuerdo en un método aceptable por todos. Pero ¿cómo va la cosa por ahora? En particular, ¿tiene la historia de Europa revelada por el cromosoma Y algún parecido con la inferida del ADN mitocondrial, que constituye la base de este libro? La versión de los hechos según el cromosoma Y, ¿concuerda o discrepa de la del ADN mitocondrial, que hace tanto hincapié en el Paleolítico como fuente de nuestro legado genético? En otras palabras, ¿coincide la historia de los hombres con la historia de las mujeres? La respuesta llegó en un artículo publicado en la edición del 10 de noviembre de 2000 de la revista *Science.*

«The genetic legacy of Palaeolithic *Homo sapiens* in extant Europeans: a Y-chromosome perspective» («El legado genético del *Homo sapiens* paleolítico en los europeos actuales: una perspectiva desde el cromosoma Y») fue la culminación de una amplia colaboración entre científicos de Italia, Europa oriental y Estados Unidos. La BBC me había pedido que comentara el artículo el mismo día de su publicación, e hice que me enviaran una copia por fax a la Royal Society de Londres, donde me encontraba en un congreso científico. En cuanto llegó el fax, me lo llevé a una de las salas con vistas al parque de St. James y me senté a leerlo. Se me encogió el corazón cuando leí la larga lista de autores, que figuraba al principio del artículo. Allí, el segundo por el final, estaba el nombre de L. Luca Cavalli-Sforza. Después de todas las batallas de los cuatro años anteriores, difícilmente podía esperar que mi antiguo adversario estuviera por fin de acuerdo conmigo.

A medida que leía el artículo, me di cuenta de que estaba construido sobre líneas generales similares a las de nuestro artículo de 1996 sobre el ADN mitocondrial. Habían examinado los cromosomas Y de 1.007 varones de 25 lugares de Europa y Oriente Medio. A continuación, igual que nosotros, habían trazado una estructura evolutiva e identificado grupos. Habían descubierto diez grupos de cromo-

somas Y, en lugar de los siete que nosotros habíamos encontrado en las mitocondrias. Después, habían calculado las edades de dichos grupos, como habíamos hecho nosotros, basándose en las mutaciones acumuladas en cada uno. Pasé páginas cada vez más excitado. ¿Cuáles serían las edades de aquellos grupos? ¿Corresponderían en su mayoría al Paleolítico, como seis de los grupos mitocondriales? ¿O serían mucho más recientes, de la época Neolítica y de los primeros agricultores? Yo, desde luego, sabía lo que esperaba que dijera el artículo, dada la eminente posición de Luca como autor y sus conocidas opiniones sobre la magnitud del impacto genético de la agricultura. El artículo estaba repleto de densas estadísticas, pero en la última página mis ojos fueron derechos al párrafo vital. Comenzaba así: «Se han realizado análisis de la secuencia del ADN mitocondrial en las poblaciones europeas», y hacía referencia a nuestro artículo de 1996. «Dichos datos sugerían —continuaba diciendo— que el fondo génico tiene aproximadamente un 80 por ciento de ascendencia paleolítica y un 20 por ciento de ascendencia neolítica.» Hasta allí, perfecto. Leí la siguiente frase, esperando que comenzara con la refutación de nuestra postura. Pero no era así. En su lugar, leí las palabras «Nuestros datos apoyan esa conclusión».

No me lo podía creer. La tensión abandonó mi cuerpo. La batalla había terminado. Habíamos estado en la exprimidora durante cuatro años y medio. Habíamos sido presas del pánico, temiendo que nuestra tasa de mutación estuviera equivocada, que la recombinación mitocondrial lo echara todo a perder y que la región de control fuera completamente indigna de confianza. Y ahora, todo había terminado. El ADN mitocondrial y el cromosoma Y contaban la misma historia. La historia de los hombres concordaba con la historia de las mujeres. Luca y yo estábamos por fin de acuerdo. Había sido una batalla dura, pero limpia. Sin duda, los agricultores neolíticos habían tenido importancia; pero sólo habían contribuido aproximadamente con la quinta parte de nuestros genes. Fueron los cazadores del Paleolítico los que aportaron el grueso del fondo génico de los europeos modernos.

14

Las siete hijas

De los restos de la garganta de Cheddar habíamos extraído pruebas directas de la continuidad genética entre la población actual y los cazadores del Paleolítico Superior. Ahora ya sabíamos que esta línea ininterrumpida, registrada con precisión y fidelidad en nuestro ADN, se remontaba más allá de los comienzos de la historia, más allá de las edades del Hierro, el Bronce y el Cobre, hasta un antiguo mundo de hielos, bosques y tundras. Sólo el lentísimo latido del reloj molecular separaba el ADN que habíamos encontrado en el Hombre de Cheddar del ADN de los dos modernos descendientes, Adrián Targett y Cuthbert el mayordomo. La reconstrucción evolutiva que habíamos hecho basándonos en el ADN de miles de europeos vivos nos llevó a esa conclusión, y posteriormente encontramos evidencias físicas que la confirmaban. Ahora contábamos también con el importantísimo apoyo de otro sistema genético completamente distinto, el cromosoma Y, a la hipótesis de que nuestras raíces genéticas se remontan, efectivamente, al Paleolítico.

Nuestra reconstrucción había identificado siete grupos genéticos principales en los europeos. Dentro de cada uno de estos grupos, las secuencias del ADN eran idénticas o muy similares unas a otras. Más del 95 por ciento de los nativos europeos modernos pertenece a uno u otro de estos siete grupos. Nuestra interpretación de la prehistoria europea y el hincapié en los cazadores-recolectores del Paleolítico se había basado en la atribución de edades a dichos grupos, y estas edades las habíamos calculado a partir del

número medio de mutaciones encontradas en todos los miembros modernos de los siete clanes diferentes. Esto nos daba una medida de las veces que había sonado la campana del reloj molecular en cada clan. Conociendo la velocidad a la que avanzaba el reloj molecular, podíamos calcular la antigüedad de cada clan. Los grupos antiguos habían acumulado más cambios a lo largo de los milenios. El reloj molecular, a pesar de su lentitud, había sonado más veces. Los grupos jóvenes, en cambio, no habían tenido tiempo para acumular tantos cambios, y las secuencias de ADN de las personas pertenecientes a un grupo joven serían más similares.

La edad de los siete grupos oscilaba entre 45.000 y 10.000 años. Lo que nos dicen en realidad estos cálculos es el tiempo que ha sido necesario para que, a partir de una misma secuencia fundadora, surgieran todas las mutaciones que observamos en un grupo. Y por pura deducción lógica, la inevitable pero impresionante conclusión es que la secuencia fundadora situada en la raíz de cada uno de los siete grupos perteneció a *una sola mujer* en cada caso. Así pues, las edades que hemos atribuido a cada uno de los grupos indican la época del pasado en la que vivieron realmente estas siete mujeres, las madres de cada clan. Sólo faltaba ponerles nombres para traerlas de nuevo a la vida y despertar en mí, y en todo el que ha oído hablar de ellas, una intensa curiosidad acerca de sus vidas. Úrsula, Xenia, Helena, Velda, Tara, Katrine y Jasmine se convirtieron en personas reales. Elegí nombres que empezaran por la letra por la que se conocía a los grupos desde que adoptamos el sistema de clasificación alfabética de Antonio Torroni. Úrsula fue la madre del grupo U. El clan H tuvo a Helena en su raíz. Jasmine fue la antepasada común del grupo J; y así sucesivamente. Ya no se trataba de conceptos teóricos, embarullados por estadísticas y algoritmos de ordenador; ahora eran mujeres reales. Pero ¿cómo fueron estas mujeres, con las que casi toda la población europea está emparentada siguiendo una línea ininterrumpida, casi umbilical, que se remonta al pasado remoto?

Para ser la madre de un clan, es preciso cumplir unas ciertas condiciones. La primera es haber tenido hijas. Esto es obvio, ya que el gen que estamos siguiendo, el ADN mitocondrial, se transmite de

madres a hijas. Una mujer que sólo hubiera tenido hijos no podía haber sido madre de un clan, porque sus hijos no habrían transmitido el ADN mitocondrial que heredaron de ella. Así pues, esta es la primera regla. La segunda es que tuvo que tener por lo menos *dos* hijas. Es más fácil comprender el porqué si miramos las cosas al revés, del presente al pasado. La madre del clan es la antepasada materna *más reciente* común a todos los miembros del clan. Imaginemos un clan con diez millones de miembros vivos, e imaginemos que sabemos perfectamente, por el registro de nacimientos, bodas y defunciones, cómo están emparentados todos ellos. A medida que retrocedemos en el tiempo, generación tras generación, vemos cómo las líneas maternas van convergiendo lentamente. Las líneas de los hermanos y hermanas convergen en su madre, al cabo de una sola generación. A las dos generaciones, las de los primos convergen en su abuela materna, la madre de sus madres. Retrocedamos tres generaciones, y veremos cómo convergen las líneas de los primos segundos en su bisabuela materna. Y así sucesivamente. Cada vez que retrocedemos una generación, habrá menos personas del clan que hayan tenido descendientes por vía materna que vivan en la actualidad. Si nos remontamos cientos o miles de generaciones, llegará un momento en el que sólo haya dos mujeres del clan que puedan presumir de tener descendientes por vía materna que vivan en el siglo xxi. Un poco más atrás, y las líneas maternas de estas dos mujeres convergerán en una sola mujer: la auténtica madre del clan. Y para ocupar esta posición, tuvo que tener no una, sino *dos* hijas.

Para aclarar este aspecto, un poco lioso, echemos un vistazo a la Figura 5. He dibujado una imaginaria genealogía materna de quince mujeres, representadas por los círculos blancos de la derecha. Sólo la antepasada señalada por la flecha es la antepasada común *más reciente* de las quince. Su madre también es antepasada materna de todas las mujeres, pero no es la más reciente; lo es su hija. De manera similar, las dos hijas de esta son antepasadas maternas de mujeres vivas, pero ninguna de las dos es antepasada de las quince. Si llamamos clan a esto, sólo la mujer de la flecha es la madre del clan. Se aplica exactamente el mismo principio, tanto si el clan se compone

de quince personas como si son quince mil o quince millones. La madre del clan sigue siendo sólo una.

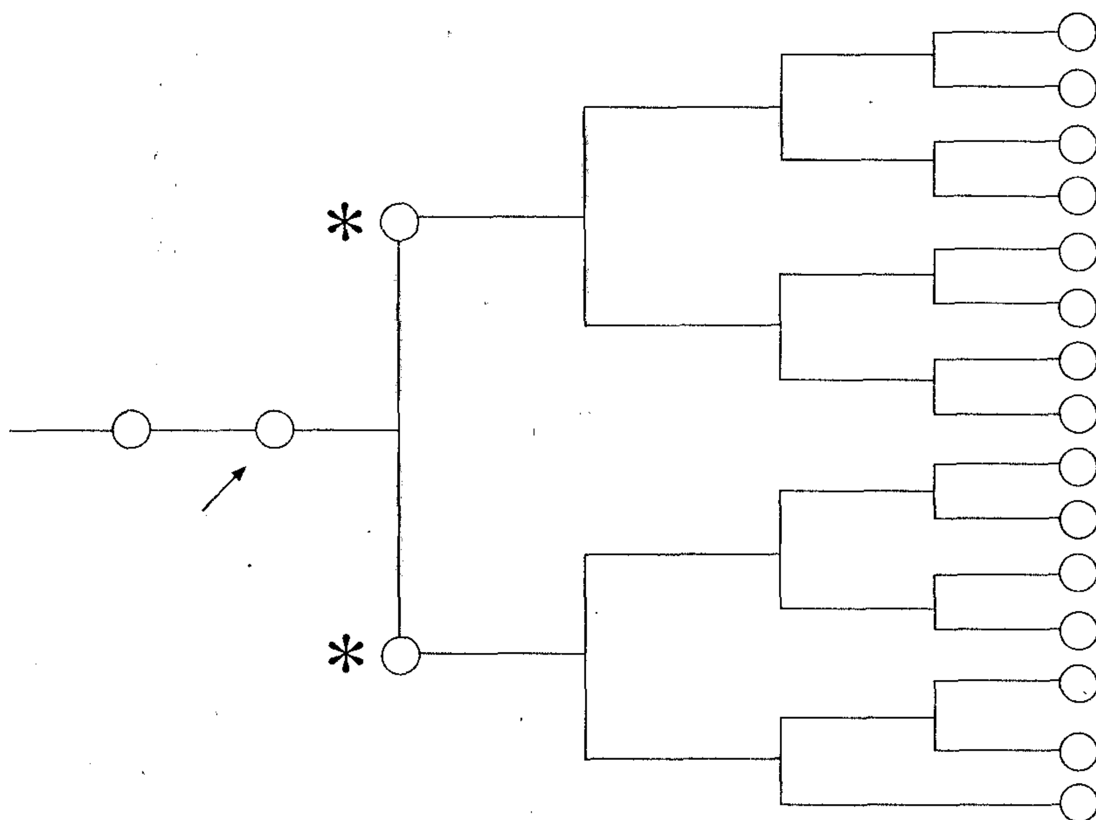


Figura 5

Una madre de clan no tiene por qué haber sido la única mujer que había en aquella zona y en aquella época, y seguro que no lo era. Pero sí que es la única que está conectada por esta línea materna ininterrumpida hasta el momento presente. Sus contemporáneas, muchas de las cuales tendrían hijas y nietas, no son madres de clan porque en algún punto, entre entonces y ahora, sus descendientes por línea materna no tuvieron descendencia o sólo tuvieron hijos varones. Las líneas se extinguieron. Por supuesto, dado que no disponemos de registros que se remonten a más de cien años atrás, no podremos saber nunca la genealogía exacta hasta la madre del clan. Lo único que podemos hacer es utilizar las secuencias de ADN y el lento tictac del reloj molecular para reconstruir los principales eventos, a medida que poco a poco iban apareciendo mutaciones en estas líneas maternas. Aunque nunca poda-

mos obtener una reconstrucción perfecta de la auténtica genealogía, esto no afecta a la inevitabilidad lógica de que sólo hubo una madre para cada clan. Esta conclusión es ineludible.

Lo que queda abierto a debate son las épocas y lugares exactos en los que vivieron estas siete mujeres. Yo he hecho todo lo que me ha sido posible para calcular las épocas, sumando las mutaciones que se han acumulado en cada uno de los siete clanes. Las zonas que he elegido para las siete mujeres, que también son mis mejores estimaciones, están basadas en la actual distribución geográfica de los clanes y sus diferentes ramas.

En términos generales, el probable origen geográfico de un clan no coincide necesariamente con la zona en la que es más común en la actualidad, sino con la zona en la que es más variado. Por ejemplo, volviendo al Pacífico, el clan más común en Polinesia no se originó allí. Aunque es sumamente abundante, en Polinesia hay muy poca diversidad dentro del clan: casi todos los polinesios actuales pertenecientes a ese clan tienen la misma secuencia de ADN. Basándonos sólo en la genética, es mucho más probable que el lugar de origen del clan se encuentre más al oeste, en las islas de Indonesia de la zona de las Molucas. Aunque actualmente el clan no es especialmente común en las Molucas, presenta mucha más variación allí que en Polinesia. Sólo una fracción de la población emigró a Polinesia, y por eso allí disminuye la diversidad dentro del clan. En los taiwaneses nativos, la diversidad dentro del clan es aún mayor, a pesar de que tampoco allí, como en las Molucas, es especialmente común. Según esto, es bastante probable que Taiwan sea un lugar de origen del clan polinesio, aún más antiguo que las Molucas. En el caso de Europa, aunque el asunto no es tan simple como trabajar con poblaciones isleñas discretas, se aplican las mismas consideraciones. Lo más probable es que los orígenes de un clan se encuentren cerca de los lugares donde ahora presenta más variedad. Aun así, este es un argumento bastante teórico que hay que matizar a base de realismo. La madre de un clan que tenga veinte mil años de antigüedad no pudo vivir en el norte de Escocia, aunque sea allí donde el clan es más variable en la actualidad, por la sencilla razón práctica de que en aquella época Escocia

estaba cubierta de hielo. Admito de buen grado que hay un considerable elemento de incertidumbre en la localización exacta de las zonas donde vivieron estas mujeres. De hecho, y aunque me inquietaría si existiera una incertidumbre semejante en torno a la ciencia exacta que sirve de base a la genética, tengo la sensación de que no viene nada mal un elemento de misterio en torno a ciertos aspectos de estos siete individuos.

A medida que me iba interesando más y más en estas siete mujeres, empecé a imaginar cómo habría sido su existencia. Sentía una enorme curiosidad por sus vidas. Después de haber dejado que la genética me guiara hasta las épocas y lugares en los que más probablemente vivieron las madres de los siete clanes, recurrí a informes arqueológicos y climáticos bien confirmados para informarme sobre dichos lugares y épocas. El registro de las temperaturas del pasado se conserva en las muestras de hielo profundo extraídas de los casquetes polares. Las playas que se han elevado o sumergido indican las oscilaciones del nivel del mar ocurridas durante los últimos cincuenta mil años. La vegetación deja su huella en forma de polen que ha sobrevivido miles de años desde que se desprendiera de la flor que lo produjo. Los estilos cambiantes de los utensilios de piedra y hueso, desenterrados en antiguos asentamientos humanos, dan fe de las idas y venidas del progreso tecnológico. Los huesos de animales y espinas de pescado encontrados en esos mismos lugares nos informan de la dieta de nuestros antepasados. Todos estos fragmentos de evidencia tangible se combinan con la genética para recrear las vidas imaginadas de estas siete mujeres: Úrsula, Xenia, Helena, Velda, Tara, Katrina y Jasmine. Fueron personas reales, genéticamente casi idénticas a nosotros, sus descendientes, pero vivieron en circunstancias muy diferentes. Qué vidas debieron de llevar.

Acompáñenme ahora en un viaje al pasado remoto. Guiados por los intactos hilos genéticos que nos conectan con nuestros antepasados, podemos viajar en el tiempo hasta una época anterior al alba de la historia, hasta un mundo de hielo y nieve, de montañas peladas e interminables llanuras, para conocer a aquellas notables mujeres: las siete hijas de Eva.

15

Úrsula

Úrsula vivió en un mundo muy diferente del nuestro. Hace cuarenta y cinco mil años hacía mucho más frío que ahora, y todavía haría más frío en los milenios siguientes, a medida que se acercaba el Gran Período Glacial. Úrsula nació en una caverna poco profunda de los acantilados que había al pie del actual monte Parnaso, cerca de donde más tarde se alzaría la antigua Delfos, en la Grecia clásica. La boca de la cueva se abría trescientos metros por encima de una amplia llanura que llegaba hasta el mar, 32 kilómetros al sur. En la actualidad, esa misma llanura está cubierta por el color verde oscuro de antiguos olivares; entonces era un paisaje de bosques dispersos, apretados contra las laderas de las montañas, con praderas despejadas más allá. La línea de costa estaba varios kilómetros más alejada de la cueva que ahora. Esto era consecuencia del bajo nivel del mar predominante en aquellos tiempos, cuando una mayor proporción del agua marina estaba atrapada en el hielo y nieve de los casquetes polares, y enormes glaciares llenaban los valles de los grandes sistemas montañosos. Las temperaturas seguirían descendiendo durante 25.000 años más, como parte del regular ciclo climático que se viene repitiendo desde hace por lo menos 400.000 años y que, sin duda, continuará en el futuro.

Por supuesto, Úrsula no tenía ninguna conciencia de estos cambios a largo plazo... como nos ocurre a nosotros en nuestras vidas cotidianas. Lo que les importaba a ella y a su horda de veinticinco personas era el aquí y el ahora. Úrsula era la segunda de los hijos de

su madre. Al primero se lo había llevado un leopardo cuando tenía sólo dos años, una noche oscura, en una incursión por sorpresa en un campamento temporal. Fue un suceso trágico pero que no tenía nada de raro en el mundo de Úrsula. Muchos niños, y a veces también adultos, eran cazados y devorados por leones, leopardos y hienas. Aunque la pérdida de su único hijo representó un duro golpe para la madre de Úrsula, al menos eso significaba que podía volver a quedarse embarazada. Mientras estaba criando a su hijo, había dejado de tener la regla; ya no ovulaba y no podía concebir. Esto era una adaptación evolutiva para espaciar los hijos. Sólo se concebía otro niño cuando el anterior era ya capaz de andar lo suficiente para mantener el paso de las migraciones estacionales de la horda. Y en eso se podían tardar tres o cuatro años. Así pues, un año después de perder a su hijo, dio a luz a Úrsula.

Fue en marzo. Los días se iban haciendo más largos y la horda se había desplazado laderas arriba desde la costa, donde había pasado el invierno. Era una buena época del año; la madre de Úrsula siempre estaba deseando que llegara la primavera. La costa en invierno era húmeda y desapacible. No había cuevas donde cobijarse, y tenían que apañarse como podían en toscos refugios de madera y pieles de animales. Aquello no era un hogar propiamente dicho, y la vida era difícil e incómoda, por decirlo suavemente. Pero tenían que bajar de las montañas; allí arriba hacía demasiado frío, y además toda la caza de la que dependían se había retirado a las tierras bajas. Había mucha caza, pero era difícil atraparla. La presa favorita de la madre de Úrsula era el bisonte, que en aquella época del año se congregaba en las llanuras en cantidades aceptables. Pero resultaba prácticamente imposible cazarlos a pie en terreno despejado. Era una tarea difícil y peligrosa. También los bisontes estaban suspicaces y hambrientos, y de muy mal humor. El año anterior, dos jóvenes habían muerto pisoteados en una estampida; desde entonces, todos habían decidido que no valía la pena y que no había ni que pensar en cazar bisontes en invierno. La pérdida de dos cazadores era un contratiempo muy grave para la pequeña horda, porque significaba que había más bocas que alimentar: sus desconsoladas mujeres y sus hijos. Pero la horda sólo

podía sobrevivir a base de cooperación, y a nadie se le ocurrió pensar en abandonar a su suerte a las viudas y huérfanos.

Habiéndose descartado la caza del bisonte, la única comida que llegaba al campamento era carroña de cadáveres encontrados, y algún que otro ciervo al que se podía tender una emboscada en los bosques, ladera arriba. Buscar carroña era una tarea deprimente para los cazadores, y tampoco estaba exenta de riesgos. Caminaban kilómetros y kilómetros, atentos a cualquier señal de un animal muerto por un león o un leopardo. Si el día estaba despejado, podían tener suerte y ver a los milanos volando en círculos por encima, pero por lo general la cosa consistía en recorrer penosamente el circuito habitual, aguzando el oído para oír los temibles chirridos de las hienas que peleaban por el cadáver, haciéndolo desaparecer rápidamente. Hacían falta por lo menos cinco personas para salir con bien de una incursión contra un grupo de hienas. Haciendo todo el ruido que podían, corrían hacia el cadáver y espantaban a las hienas antes de que estas tuvieran tiempo de darse cuenta de lo que ocurría. Entonces, dos hombres del grupo se encargaban de cortar la carne que quedara, mientras los otros hacían frente a las aullantes hienas, que siempre se quedaban alrededor y se lanzaban una y otra vez sobre los hombres o el cadáver. Espantaban a las hienas a pedradas y gritaban para mantenerlas a raya hasta que los carniceros hubieran rescatado todo lo posible, incluyendo las costillas, que contenían mucha médula. Después, había que proceder a una retirada apresurada y organizada, con más pedradas y gritos mientras se alejaban. El truco consistía en dejar siempre parte del cadáver y tapar con una piel lo que habían conseguido arrebatar. De ese modo, las hienas acababan dejando de perseguirlos y volvían a lo que había quedado. Era un trabajo asqueroso y degradante. Las hienas eran espantosas, con sus asquerosas bocas chorreando saliva y haciendo aquellos ruidos horribles. Aquella manera de buscarse la vida no tenía nada de noble, y todos estaban deseando abandonar las empapadas llanuras lo antes posible y regresar a las montañas, donde por lo menos podían cazar como es debido.

En cuanto aparecieron sobre sus cabezas los primeros vencejos que regresaban de pasar el invierno en África, la horda levantó el

campamento y se puso en marcha hacia el monte, rumbo a las montañas. Su intención era llegar allí antes de que los bisontes se trasladaran a sus pastos de verano en el monte Parnaso; de ese modo, tendrían ocasión de tenderles emboscadas cuando atravesaran en fila india la empinada garganta que había bajo la caverna. Pero tampoco esto era sencillo. Si podías morir aplastado por una estampida de bisontes en campo abierto, imagínense cuánto más peligrosa resultaba la manada en los estrechos confines de una garganta de sólo diez metros de anchura en su punto más estrecho. Como de costumbre, hubo discusiones acerca del mejor procedimiento a seguir. Esto ocurría siempre. Algunos eran partidarios de taponar la garganta y desviar a los animales de cabeza hacia una hondonada lateral, donde se los podría matar a pedradas y lanzazos. El inconveniente que tenía este plan era que algunos bisontes, que sin duda se daban cuenta de lo que estaba ocurriendo, tenían la desagradable costumbre de darse la vuelta cuando se veían acorralados y embestir contra lo que viniera detrás. La coyuntura de enfrentarse a la embestida de una tonelada de músculos y cuernos era más de lo que podían soportar algunos, que huían trepando por las paredes rocosas. Cuando el animal, sudoroso y resoplando, escapaba y se reunía con el resto de la manada, toda ella caía presa del pánico y embestía a lo largo de la garganta a enorme velocidad. Los partidarios de un método menos audaz señalaron los peligros de este ataque directo, argumentando que era más sencillo esperar hasta que el grueso de la manada hubiera pasado por la garganta y atacar a los rezagados. No era una actitud muy heroica, pero solía dar resultado. Los bisontes que marchaban a la cola solían ser los miembros más viejos de la manada, pero aun así sabían mejor que las piltrafas arrebatadas a las hienas.

Mientras proseguía la discusión, la madre de Úrsula se retiró a cobijarse en el campamento de primavera, dentro de la cueva. Aunque no era raro que nacieran niños mientras la horda estaba en movimiento, era mucho más cómodo dar a luz en un campamento estable. La cueva estaba seca y se iba calentando a medida que el sol ascendía en el cielo. Le alegraba mucho haber llegado allí antes del parto. Por el olor que quedaba flotando en el fondo del refugio, era

evidente que había servido de guarida de invierno a un oso de las cavernas. Estos enormes y temibles animales, más grandes que el mayor de los osos grises de Alaska, representaban un terrible peligro para la horda. Era muy frecuente que atacaran a las partidas de caza, y matar a un oso era un acontecimiento extraordinario. Pero este oso en particular había abandonado su refugio de hibernación mucho tiempo antes, y no había peligro de que volviera antes del otoño.

El nacimiento de Úrsula no tuvo complicaciones y estuvo atendido por la hermana mayor de su madre, que cortó el cordón umbilical con una afilada hoja de sílex y lo ató. Como todos los bebés humanos nacidos antes y después, Úrsula anunció su llegada con un fuerte grito al llenar de aire sus pulmones por primera vez. En pocos segundos, el oxígeno fresco fue absorbido por la corriente sanguínea y penetró en oleadas hasta el cerebro y los músculos, reemplazando al perdido suministro placental. Casi al instante, Úrsula estaba mamando ansiosamente del pecho de su madre, ingiriendo al beber las virtudes naturales de la leche. En esta leche estaban también los anticuerpos que iba a necesitar para combatir las infecciones mientras se desarrollaba su propio sistema inmunitario. Si el parto salía mal, cosa que ocurría a veces en el clan, y la madre moría, esto significaba también la muerte para el niño, porque todavía no se disponía de leche de ningún animal que pudiera utilizarse como sustituto para alimentarlo.

Úrsula sólo pasó unos días en la caverna antes de que su madre tuviera que contribuir de nuevo a la principal ocupación del clan: conseguir comida suficiente para sobrevivir. La situación del campamento de primavera estaba cuidadosamente elegida, dominando las laderas boscosas que se extendían debajo, y cerca de la garganta por la que tenían que pasar los bisontes camino de sus pastos de verano en las colinas. El sitio lo había localizado varias estaciones atrás una partida de caza que exploraba la zona desde la base principal, situada más al este. Ya estaba ocupado, no por miembros de otra horda, sino por un pequeño grupo de humanos de un tipo completamente diferente: neandertales, La partida de caza había evitado el encuentro con

ellos; se trataba de criaturas muy fuertes, corpulentas y adaptadas para resistir el frío. Pero no se habían mostrado especialmente agresivos para con los recién llegados.

Cuando regresaron al año siguiente, el campamento estaba abandonado. Daba la impresión de que los neandertales, aunque habrían sido un mal enemigo para la partida de caza en caso de llegar a un enfrentamiento directo, habían percibido el poder de los recién llegados y les habían cogido miedo, prefiriendo abandonar un campamento excelente y retirarse a terrenos más altos, antes que arriesgarse a una confrontación. Había muchas historias sobre neandertales en la mitología colectiva de la horda, historias que se contaban una y otra vez alrededor del fuego en los campamentos de invierno. Ya casi nunca se los veía, pero en otro tiempo debieron de ser más abundantes. En prácticamente todas las cavernas antiguas y abandonadas, la horda encontraba las pesadas hachas de piedra que constituían la herramienta principal de los neandertales. Según los criterios de los compañeros de Úrsula, aquellos instrumentos eran rudimentarios y atrasados; ellos utilizaban la misma piedra que los neandertales, pero le sacaban mucho más partido. Por ejemplo, arrancaban a golpes finas lascas de sílex y afilaban los bordes que quedaran romos golpeándolos para arrancar escamas. Todos los hombres tenían que aprender a hacerse sus propios cuchillos y raspadores de sílex, pero era inevitable que algunos fueran más hábiles que otros; o bien sabían seleccionar la mejor pieza de sílex desde el primer momento, o bien sabían exactamente dónde golpear para obtener las mejores lascas. Los neandertales, a juzgar por las piedras que dejaban en las cuevas, nunca tuvieron talento para hacer esto.

Eran criaturas extrañas, que la horda prefería eludir, y que a su vez preferían eludirlos a ellos. Estaba claro que podían cazar, pues había pruebas de ello por todas partes. En sus antiguas cuevas había montones de huesos de caballo y de bisonte, y en un lugar más al norte había una hondonada repleta de huesos de animales salvajes que parecían haber sido empujados deliberadamente a correr en estampida y caer por el borde del precipicio; después se les había cortado la carne en el mismo lugar donde cayeron. De vez en cuando,

las partidas de caza se encontraban con un pequeño grupo de neandertales en los bosques o en las laderas más apartadas. Eran muy tímidos y se ocultaban en el bosque antes de enfrentarse a los cazadores. Los cazadores, por su parte, nunca atacaban a los neandertales. Alguno se sentía tentado de cazarlos para comérselos, pero existía una fuerte aversión, casi un tabú, en contra de cazar algo que era casi humano.

En la época en que nació Úrsula, era ya raro ver neandertales. Sus antepasados habían ido migrando muy lentamente, a lo largo de generaciones, desde el Oriente Medio, a través de Turquía. Habían cruzado el Bosforo, que separaba el enorme lago de agua dulce del norte, el actual mar Negro, del mar Egeo que se extendía al sur. En el pasado, cada vez que los ciclos climáticos provocaban un aumento del frío, se producía una lenta retirada hacia el Oriente Medio, y los neandertales recuperaban su territorio perdido. Pero esta vez, Úrsula y su horda se habían adentrado en Europa mucho más que ningún miembro anterior de su especie; y a diferencia de sus lejanos antepasados, esta vez no se retiraron cuando hizo más frío.

Estaba claro que Úrsula y su horda eran muy diferentes de los neandertales. Eran sólo un poco más altos, pero con una figura mucho más esbelta, que revelada su adaptación a los climas más cálidos de Oriente Medio y África, donde el requisito prioritario era la capacidad de dispersar el calor, y no la de conservarlo. Más de un cuarto de millón de años de adaptación al frío clima europeo había hecho evolucionar el cuerpo de los neandertales hacia una forma robusta y compacta, reduciendo así la superficie corporal y la pérdida de calor. También sus rostros eran diferentes, con la frente huidiza, sin apenas mentón digno de tal nombre y con crestas óseas por encima de las cejas. Mientras que la horda de Úrsula tenía narices pequeñas y poco aparentes, la nariz neandertal era grande y prominente, para calentar el aire frío antes de que llegara a los pulmones.

Estas características físicas no bastaban por sí mismas para explicar que los neandertales empezaran a replegarse lentamente, a medida que las hordas de Úrsula y otros humanos modernos comenzaban su lenta infiltración del continente europeo. La extinción gradual de los

neandertales duraría todavía otros quince mil años de retirada, hasta que el último de la especie murió en el sur de España. No hubo batallas campales, ni eliminación deliberada de los neandertales «aborígenes» comparable a la de las colonizaciones europeas de siglos recientes. Por una parte, el pueblo de Úrsula carecía por completo del nivel de organización política necesario para lograr tal cosa. No formaban un estado, con ambiciones territoriales y armamento a su disposición; eran sólo hordas de personas que vivían a salto de mata y únicamente pretendían sobrevivir. Tampoco su mayor habilidad con el sílex constituía una diferencia suficiente. Fue su mayor nivel de comunicación y organización social lo que hizo que el pueblo de Úrsula resultara más capaz de sobrevivir.

Úrsula pasó su primer año llevada a cuestas por su madre, mientras esta hacía el recorrido diario para recolectar alimentos. Gran parte de esta tarea se realizaba en los bosques próximos al campamento de primavera. La primavera, en realidad, era una época de escasez, ya que todavía no había frutos en los árboles; la horda dependía de que los hombres cazaran algunos ciervos o, a ser posible, un bisonte. En cuanto pudo caminar, Úrsula tuvo que ayudar a su madre en los bosques. Capturaba ranas en las orillas de los arroyos, recogía huevos de aves entre los matorrales, escarbaba con un palo o un trozo de asta de ciervo en busca de raíces y tubérculos. El otoño era la mejor estación en los bosques; se podían recoger avellanas y hayucos, los arbustos estaban cargados de bayas y en el suelo había setas de muchas clases. La horda se desplazaba con frecuencia de un campamento a otro, según iban cambiando las estaciones. El verano solían pasarlo en las montañas, cazando liebres y ciervos; el otoño, en los bosques de encinas, acampando junto a la garganta para tender emboscadas a las manadas que regresaban. Al llegar el invierno, había que bajar de nuevo a las llanuras, para después trasladarse una vez más a los campamentos de primavera. Esta pauta se repetía año tras año. Algunos años eran buenos: abundaba la caza y sobrevivían más niños. Otros no eran tan buenos, y los niños y los viejos se morían de hambre durante los largos inviernos. La vida era dura, muy dura, y la supervivencia dependía de tener una constitución fuerte y suerte en abundancia.

Úrsula fue uno de los afortunados y logró sobrevivir. Su madre murió a los 29 años de edad, cuando Úrsula tenía doce. A esa edad, la madre ya había perdido algunos dientes y se había roto una pierna en una caída. La herida se le infectó y murió de septicemia seis semanas después. Su muerte, relativamente prematura, no tuvo mucho efecto en la vida de Úrsula. Ya estaba casi plenamente desarrollada y fue adoptada de inmediato por una de sus tías, necesitada de otro par de manos que le ayudaran en las tareas cotidianas, que le resultaban cada vez más agotadoras ahora que tenía que cargar con dos hijos propios. Antes de que pasara mucho tiempo, el atractivo aspecto de la morena Úrsula y el evidente desarrollo de su cuerpo llamaron la atención de los varones jóvenes, que procuraban exhibirse, haciendo carreras o peleando entre ellos, para atraer sus miradas. Uno le regaló un collar de cuentas pulidas de asta de corzo, ensartadas en pelo de caballo. Otro le obsequió con un cuchillo de sílex, de factura tan elaborada que no podía servir sino como objeto ornamental. Un tercero procuraba visitarla cada vez que regresaba de cazar, y le ofrecía trozos escogidos de lo que hubiera capturado ese día. Cada uno a su manera, todos competían por impresionar a Úrsula y que esta los considerara buenos prroveedores, hombres capaces de mantenerla a ella y a sus futuros hijos. Obligada a escoger entre sus pretendientes, se decidió por el joven que le regalaba los adornos... en contra del parecer de su tía, que le recomendaba elegir al cazador, pues se había acostrumbrado a compartir las primicias que este traía a casa.

En la primavera siguiente, con quince años de edad, Úrsula dio a luz a su primera hija. Como había hecho su madre, Úrsula crió a la niña y la transportó a la espalda mientras recolectaba comida en el bosque. Cuatro años después, tuvo otra hija. Las dos crecieron fuertes y sanas, y Úrsula vivió el tiempo suficiente para ver cómo cada una de ellas le daba una nieta. Murió pocos años después, a la avanzada edad de 37 años. A medida que iba perdiendo dientes, se iba debilitando cada vez más, ya que era incapaz de masticar los duros alimentos que constituían la dieta básica entre cacería y cacería. Cuando la horda se dispuso una vez más a bajar de las montañas al

campamento de invierno, comprendió que no iba a poder resistir el viaje y pidió que la dejaran morir en la caverna donde habían nacido ella y sus hijas. Su familia se resistía a abandonarla, pero también ellos sabían que la horda no podía permitirse llevar pasajeros en la larga caminata hasta la costa. Así pues, la instalaron lo más cómodamente que pudieron y la envolvieron en una piel de oso para mantenerla abrigada. Con un último beso, y con los ojos llenos de lágrimas, sus dos hijas se separaron de ella y se reunieron con la horda que ya había emprendido el camino de bajada por la garganta. Úrsula se quedó tendida a la entrada de la cueva, mirando sobre la vasta llanura hacia el lejano mar y pensando que podía coger con la mano los puntitos en que se habían transformado los miembros de la horda. Puede que sólo se lo imaginara mientras se iba quedando dormida. A la mañana siguiente ya había muerto. Sólo quedaba la piel, desgarrada y manchada de sangre, como testigo de su rápido y violento fin. El oso había regresado.

Naturalmente, Úrsula no tenía ni idea de que sus dos hijas darían origen, a través de sus propias hijas y nietas, a una línea materna continua que se ha prolongado hasta la actualidad. No tenía ni idea de que iba a convertirse en madre de un clan, la única mujer de su época que podía reclamar tal título. Cada uno de los miembros de su clan puede trazar una línea directa e ininterrumpida que se remonta hasta Úrsula. Los miembros de su clan fueron los primeros humanos modernos que colonizaron Europa con éxito. En un espacio de tiempo relativamente corto, se extendieron por todo el continente, empujando a los neandertales a la extinción. En la actualidad, aproximadamente el 11 por ciento de los europeos modernos desciende directamente de Úrsula por línea materna. Los hay en todas las partes de Europa, pero donde mejor está representado el clan es en el oeste de Gran Bretaña y en Escandinavia. El Hombre de Cheddar es, posiblemente, el más célebre de sus antiguos representantes.

16

Xenia

Habían transcurrido veinte mil años desde la muerte de Úrsula. Faltaban aún veinticinco mil años para la época actual y el mundo era aún más frío. Los neandertales habían desaparecido, y los humanos modernos eran los dueños de Europa. Las grandes llanuras que se extendían desde las tierras bajas de Gran Bretaña por el oeste hasta Kazajistán por el este estaban desprovistas de árboles, a excepción de unos pocos bosquecillos de abedules y sauces en sus márgenes meridionales. Era una zona fría y ventosa, con gélidas ráfagas procedentes de los casquetes polares en expansión, que hacían descender las temperaturas de invierno hasta veinte grados bajo cero durante días o semanas enteras. Pero aunque fuera fría e inhóspita, la tundra europea estaba rebosante de vida y de cosas buenas para comer. Grandes manadas de bisontes y renos se movían lentamente por las llanuras, alimentándose de los ricos pastos de hierba y musgo. También había manadas más pequeñas de caballos y asnos salvajes que se podían cazar. Pero el animal dominante, sin enemigos que le atemorizaran, era el gigantesco mamut lanudo. Sin enemigos naturales, claro está, hasta que llegaron los humanos.

Xenia nació entre el viento y la nieve del final de la primavera. Aunque ya estaban en abril, la nieve del invierno seguía cubriendo toda la tierra con excepción de los terrenos más bajos, formando un espeso y sucio fango en los alrededores del campamento. Xenia nació en una cabana redonda, de unos tres metros de diámetro, cuya estructura estaba construida casi enteramente con huesos de mamut.

Dos gigantescos colmillos formaban la puerta, cubierta con tres capas de pieles de bisonte para resguardar el interior del frío. Los espacios entre los huesos estaban rellenos con musgo y tierra, y la techumbre estaba hecha con terrones colocados sobre un entramado de ramas de sauce. En un pequeño hogar en el centro de la cabana, el rojo resplandor del fuego iluminaba suavemente las paredes interiores. El fuego no era de leña; todos los árboles de las proximidades se habían quemado en las hogueras meses atrás. Lo que ardía en la cabana de Xenia era hueso, y lo primero que esta olió en su vida fue el mareante e inolvidable hedor del hueso quemado. La tundra estaba llena de esqueletos blanqueados de mamuts y bisontes. Era un combustible que ardía mal y de manera desagradable, pero aguantar aquel aroma nauseabundo era mejor que morirse de frío.

El campamento estaba construido en una ligera pendiente, a poco más de un kilómetro de un río grande y de aguas turbias. Generaciones de bisontes habían atravesado aquel río, camino de sus pastos de verano y de regreso de ellos. Al igual que el campamento de Úrsula, que estaba instalado cerca de una ruta de migración, también el de Xenia estaba situado de modo que se pudiera aprovechar esta predecible y segura fuente de alimento. Desde los tiempos de Úrsula se habían producido varios avances tecnológicos. Se habían perfeccionado las lanzas con punta de sílex, y se habían aumentado su precisión y alcance con la ayuda de lanzadores: piezas cortas de hueso o madera donde se encajaba el extremo de la lanza, y que actuaban como una prolongación del brazo al lanzar. Las novedades e inventos de este tipo se difundían rápidamente, porque las distintas hordas se congregaban en los cruces de los ríos o se encontraban cazando en la tundra a finales del verano.

Cada año, los bisontes cruzaban por el mismo sitio, donde el río formaba un meandro que iba excavando cada vez más la empinada orilla de tierra y grava. Las manadas migratorias habían abierto un sendero a través de la orilla en proceso de hundimiento, pero cada año se hacía más empinado y les resultaba más difícil salir del río. Si hubieran sido racionales, habrían buscado otro cruce más seguro; pero llevaban siglos utilizando la misma ruta y no iban a cambiar. Esta

ciega obstinación y negativa a adaptarse, tan contraria a las virtudes humanas, le venía muy bien a la horda de Xenia. Cuando los animales se esforzaban por salir del río, fatigados por el cruce y sin poder afianzarse en el suelo inestable de la orilla de tierra, los lanceros encontraban un blanco fácil. Para evitar que los vieran y que la manada se espantara antes de tiempo, habían construido un escondite con huesos y pieles de mamut, y allí aguardaban ocultos.

Además de dirigirse siempre al mismo sitio, las manadas venían siempre en la misma época cada año. La horda podía sentir que su llegada era inminente porque los días se hacían más largos y empezaban a llegar bandadas de gansos procedentes del sur. La partida de caza se encaminaba al río y ocupaba sus posiciones detrás de la barricada. Cuando llegaban los bisontes, llegaban muy deprisa. No servía de nada esperar hasta que ya estuvieran cruzando el río. Había que estar en posición antes. La primera señal de que se acercaban era un leve y grave sonido procedente del sureste, traído por el viento como si fuera el rumor continuo de truenos lejanos. A medida que el ruido aumentaba, la adrenalina empezaba a fluir y los cazadores revisaban sus lanzas para comprobar que las hojas de sílex estuvieran perfectamente sujetas a los mangos de madera. El retumbar de mil pezuñas se hacía cada vez más fuerte. Después, el sonido de chapoteos en el agua indicaba que los primeros animales habían penetrado en los bajíos de la orilla opuesta del río, aunque todavía no se los veía. Los cazadores aguardaban agazapados bajo las pieles durante lo que parecía una eternidad, aunque en realidad eran sólo dos o tres minutos como máximo, lo que tardaban los animales en atravesar el río a nado.

Por fin, los primeros animales, empapados pero decididos a seguir siempre adelante, llegaban tambaleándose a la orilla y se hacían visibles. Mientras forcejeaban para hacer pie en el suelo inestable, los que venían detrás los empujaban, y esto hacía aumentar su pánico. Pero por fin, las enormes bestias pardorrojizas conseguían pisar firme y empezaban a remontar la orilla, a poco más de un metro de los agazapados cazadores. Estos seguían aguardando, hasta que el amontonamiento para salir del río reducía la velocidad de la manada. En-

tonces, entre las pieles colgantes del escondite que dominaba el sendero, los cazadores arrojaban sus lanzas a corta distancia contra los costados de los animales, apuntando al cuello y al pecho. Las afiladísimas puntas de sílex se hundían en los flancos de los bisontes. Los animales heridos hacían girar sus grandes ojos y mugían de dolor. Casi nunca morían a la primera; la única esperanza de los cazadores era que las lanzas cortaran una arteria o perforaran los pulmones. Cuando los animales heridos reemprendían su carrera hacia la tundra, los cazadores abandonaban su escondite y los seguían. Si había suerte, los bisontes heridos se desplomaban al poco tiempo y podían ser rematados sin problemas atravesándoles el corazón de un lanzazo. Si las heridas no eran tan graves, podían seguir andando kilómetros y kilómetros, y morir días después, en plena tundra.

Cuando los animales sucumbían a la pérdida de sangre o la falta de oxígeno, los cazadores los rodeaban listos para la matanza, clavando una y otra vez sus lanzas en el pecho, hasta que los ojos quedaban en blanco, se les salía la lengua y la bestia moría. Manejando con rapidez sus cuchillos de sílex, los cazadores despellejaban y descuartizaban a los animales sobre el terreno, y se llevaban la carne al campamento, que solía estar a varios kilómetros de distancia. En épocas de abundancia como esta, no valía la pena aprovechar hasta la última piltrafa de carne, y sólo se llevaban las mejores piezas del costillar y los lomos, además del hígado, el corazón y los riñones. El resto lo dejaban en la tundra, y sólo alguna que otra punta de lanza todavía, hundida en el ancho cuello dejaba una pista para que los arqueólogos supieran, milenios después, cómo había encontrado la muerte el animal.

La carne de los bisontes duraba varias semanas, mientras las últimas nieves se derretían en la tundra y los días se hacían más largos. Los gansos, patos y zarapitos, que habían regresado de sus cuarteles de invierno en el sur para reproducirse en la tundra, empezaban a construir sus nidos entre las hierbas y musgos. Durante unas cuantas semanas, la vida era fácil; pero al poco tiempo, la horda tenía que desplazarse hacia el norte para seguir a las manadas. Trasladarse de un campamento temporal a otro había sido siempre el modo de vida de Xenia y su horda. La necesidad más urgente era asegurarse de que

durante el verano hubiera comida suficiente para que los miembros de la horda acumularan bastante grasa para aguantar durante los duros meses de invierno. La horda de Xenia dependía por completo de las manadas migratorias, y las seguía durante todo el verano. No había transporte sobre ruedas, ni siquiera trineos, así que todo había que transportarlo a cuestas. Las estructuras de huesos de mamut se podían dejar donde estaban, para utilizarlas al año siguiente, pero las cubiertas de pieles nunca duraban más de un invierno. Había muy poca reserva de fuerzas, y todo el que fuera incapaz de caminar durante aquellas largas marchas —los enfermos, los viejos, los débiles— quedaba abandonado y moría. Las madres sólo volvían a concebir cuando sus niños habían crecido lo suficiente para mantener el paso de la horda y ya no había que llevarlos a cuestas.

Xenia, una niña precoz, había heredado el pelo rubio y los ojos verdeazulados de su padre. Corría con los otros niños de la horda, ayudando a su madre a organizar el campamento. Sólo de vez en cuando se le permitía ir con su padre, en verano, cuando él salía solo a cazar asnos salvajes. En las raras ocasiones en que conseguía cazar uno, ella le ayudaba a despellejar y cortar la carne. De vez en cuando, en una de estas divertidas expediciones, se encontraban con gente de otras hordas que recorrían los territorios vecinos. Por lo general, los encuentros eran amistosos, y los miembros de diferentes hordas se reconocían y recordaban de anteriores encuentros. Intercambiaban noticias, sobre todo acerca del tiempo y de la caza, pero también acerca de sus familias. Su lenguaje no estaba muy perfeccionado, pero sí lo bastante desarrollado como para transmitir esta información básica. A veces, un hombre joven acompañaba a otro a su campamento e incluso se quedaba allí durante una temporada. De estas sencillas maneras, se mantenía el flujo y reflujo de información y personas en la inmensidad de las heladas llanuras.

Con el tiempo, Xenia quedó embarazada. Fue un embarazo difícil, y hacia el final apenas podía moverse. Aunque era una muchacha fuerte, incluso a ella le resultaba difícil andar cuando el abultamiento de su abdomen se hizo más y más grande. Primero su madre y después las demás mujeres de la horda empezaron a preocuparse.

Afortunadamente, estaban en el campamento de verano, la caza había sido abundante y no tendrían que volver a ponerse en marcha en varias semanas. Lo que preocupaba a las mujeres no era tener que levantar el campamento, sino el hecho de que Xenia no iba a dar a luz un solo niño, sino dos. Aquello era un acontecimiento terrible. Una madre nunca podría criar y transportar a dos niños a la vez. Por eso precisamente se retrasaba la concepción, de manera que una madre no podía concebir otro hijo hasta que el anterior estuviera completamente destetado. La adaptación hormonal no lo permitía, precisamente para evitar esta eventualidad. Y sin embargo, aproximadamente cada cien partos, una madre daba a luz gemelos, como Xenia estaba a punto de hacer. Ya había sucedido antes, y la horda tenía una regla estricta: al más pequeño de los dos gemelos había que matarlo al nacer. La única excepción se daba en el raro caso de que otra mujer de la horda hubiera perdido a su hijo pero aún estuviera produciendo leche. Pero todos los demás niños nacidos aquel año habían sobrevivido.

La propia Xenia ignoraba esta cruel pero necesaria tradición; incluso ignoraba que alguien hubiera tenido más de un hijo de una vez, porque al gemelo más pequeño lo mataban nada más nacer y su cadáver se escondía y quemaba. Pero aunque Xenia no sabía que iba a tener gemelos, su madre estaba convencida de ello. Faltando a la costumbre, le confió sus temores al padre de Xenia (decimos que faltando a la costumbre porque todas las cuestiones relacionadas con el parto y la crianza habían sido siempre monopolio tácito de las mujeres). El padre no conocía la regla referente a los gemelos, pero le pareció bien cuando se la explicaron: también a él le preocupaba mucho que Xenia no sobreviviera al parto. Faltando también a la costumbre, le habló del problema a un cazador de otra horda con el que se encontró en la tundra y del que sabía, por un encuentro del año anterior, que tenía una hija aproximadamente de la misma edad que Xenia. Resultó que esta chica había dado a luz a su primer hijo pocos días antes, pero el niño era pequeño y enfermizo y no esperaban que sobreviviera. Aquella noche, los padres de Xenia tramaron un plan. Si podían sacar a escondidas uno de los gemelos y dárselo a su

amigo, este podría llevárselo a su hija, siempre y cuando esta hubiera perdido a su propio hijo para entonces. Era un plan muy arriesgado, ya que no podían saber por anticipado si el amigo iba a aceptar.

Aquella misma noche nacieron las hijas gemelas de Xenia. Las estrechó brevemente contra su pecho antes de que su madre tomara una rápida decisión y se llevara a una de las dos. La envolvió en una suave piel de conejo y se la dio al padre de Xenia, que aguardaba fuera. Este se puso inmediatamente en camino hacia el campamento de la horda vecina, a casi treinta kilómetros en dirección este. Llegó por la mañana y su amigo le dio la bienvenida. Sí, el bebé de su hija había muerto hacía dos días. El padre de Xenia le ofreció la niña mientras el amigo consideraba la propuesta. Si no aceptaba, el padre de Xenia no tendría más remedio que matar a la niña. Tras unos momentos de sopesar el dolor de su hija por la pérdida de su bebé contra la posibilidad de que ella se negara a aceptar al hijo de otra mujer, el amigo aceptó y le llevó el hambriento paquete a su hija.

Xenia nunca supo lo que fue de su segunda gemela. Tampoco llegó a saber nunca que era la madre de un clan. La hija que se quedó con ella inició una larga línea que se ha prolongado hasta la actualidad en Europa, donde aproximadamente el seis por ciento de la población actual puede remontar su linaje materno hasta Xenia por esta rama. La gemela idéntica que fue adoptada también prosperó. Su horda y sus descendientes se fueron desplazando hacia el este a lo largo de sucesivas generaciones, adentrándose en las infinitas estepas de Asia central y Siberia, e incorporándose con el tiempo a la migración a las Américas. En la actualidad, aproximadamente el uno por ciento de los americanos nativos desciende directamente de Xenia por vía materna. En Europa, la estirpe se desplegó por el continente en tres ramas. Una sigue confinada principalmente en Europa oriental, mientras que las otras dos se han extendido más al oeste, hacia Europa central, llegando hasta Francia y Gran Bretaña.

17

Helena

Helena vivió hace veinte mil años, en la época más cruda del último Período Glacial. Toda Escandinavia estaba cubierta de glaciares y bancos permanentes de hielo, que se extendían por el sur hasta los actuales emplazamientos de Berlín y Varsovia. El mar Báltico estaba permanentemente helado, lo mismo que el mar del Norte desde Dinamarca hasta el Humber. En invierno, hasta el Atlántico se congelaba, y había témpanos de hielo hasta zonas tan al sur como la de Burdeos. Gran Bretaña, todavía unida a la Europa continental por una lengua de tierra, estaba sepultada bajo el hielo hasta la altura de las actuales Midlands de Inglaterra, el centro de Gales y el sur de Irlanda. Año tras año, la tundra, el inhóspito terreno que no era más que una fina capa de tierra y vegetación por encima del permafrost, avanzaba más y más hacia el sur, llegando casi hasta el Mediterráneo. Las gélidas temperaturas y las intensas nevadas dejaban la tundra inhabitable en invierno, y las hordas de cazadores que vagaban por la mayor parte de Europa del norte se veían cada vez más empujadas contra las montañas de los Pirineos y los Alpes. Muchas habían descendido por el ancho valle del río Ródano y se habían extendido por las tierras bajas del litoral mediterráneo. Como ahora, había lagunas a lo largo de la costa, pero la línea de costa estaba a muchos kilómetros de su posición actual. Había tanta agua inmovilizada en los grandes mantos de hielo que el nivel del mar era unos cien metros más bajo que ahora.

En la costa y en los bosques que había detrás se podía vivir acep-

tablemente. Helena pasó su infancia en este paisaje, ayudando a su madre a peinar los bosques en busca de setas o vadeando en las lagunas salobres para recoger ostras. Su padre recorría los bosques solo, persiguiendo pequeños ciervos y otros animales. Pero cuando las primeras nieblas de la primavera empezaron a flotar en el aire matutino por encima de las marismas, la horda comprendió que había llegado el momento de prepararse para la gran reunión.

Levantaron su campamento y se trasladaron tierra adentro, hacia las montañas. Viajaban ligeros de equipaje, llevando sólo lo absolutamente imprescindible. Cada pocos días se encontraban con otras hordas que se movían en la misma dirección. No había fricciones entre ellos; de hecho, se notaba en el ambiente una sensación general de excitación y expectación mientras todos avanzaban a través de los campos. Los bosques fueron haciéndose menos densos y por fin desembocaron en la tundra. Siguieron avanzando por ondulantes colinas y planas mesetas, atravesando anchos valles fluviales. Por fin, al cabo de seis semanas, llegaron a su destino, el valle del Dordoña. El gran río discurría, verde y veloz, entre altos precipicios de piedra caliza gris-amarillenta.

La horda iba a instalar su campamento en un amplio refugio rocoso que servía de antesala a una caverna más profunda. Antes de instalarse, los hombres penetraron en la cueva todo lo que pudieron, para asegurarse de que eran los únicos ocupantes. Esta era siempre una operación peligrosa, que daba miedo. Las cuevas eran utilizadas también por hienas, leones y gigantescos osos de las cavernas. Si estaba ocupada, habría que expulsar o matar a los residentes. Pero este año tuvieron suerte; la caverna estaba vacía cuando ellos llegaron. El campamento se instaló cerca de la entrada. Había terminado el largo viaje. Helena y sus compañeros podían descansar al calor del sol, contemplando desde las alturas el río que discurría suavemente treinta metros más abajo. Era una bonita vista. A los pocos días, todas las cavernas y refugios rocosos de los alrededores estaban ocupados, y en aquel lugar mágico seguían convergiendo hordas llegadas de todas partes. Venían, como habían hecho sus antepasados, para salir al encuentro de los renos que regresaban de sus pastos de verano en las

alturas del Macizo Central, con destino a sus territorios de invierno, en las llanuras bajas. Para ello tenían que cruzar el Dordoña y pasar por la garganta. Y la horda de Helena los estaría esperando.

Pero todavía faltaban unas cuantas semanas para este gran acontecimiento comunitario, y había que hacer muchos preparativos. El padre de Helena empezó a arrancar un nuevo conjunto de lascas del bloque de sílex de grano fino que había adquirido aquel año en un intercambio. Era de excelente calidad, de textura uniforme, sin grietas ni defecto alguno. El tenía una habilidad especial para fabricar instrumentos y con aquel precioso bloque podía hacer casi cualquier cosa. Todo dependía de lo que se necesitara. Este año había decidido cambiar las puntas de hueso de su lanza favorita, que iba a ser su principal arma cuando llegara el momento de matar renos, y se sentó cerca de la entrada de la caverna para emprender su trabajo. El bloque tenía forma más o menos cilindrica, y el tamaño aproximado de un queso pequeño. Lo examinó con atención, dándole vueltas en las manos, calculando por intuición fruto de años de experiencia cuál era el mejor punto para golpear y arrancar una hoja cortante. Era casi como si pudiera sentir la estructura interna de aquel precioso bloque de piedra, el plano más débil de sus enlaces moleculares. Eligió el punto. Sujetando el bloque en la mano izquierda y empuñando un gran canto de río con la derecha, golpeó con fuerza. La roca se rompió y una lámina fina y larga se desprendió de su costado, tal como él había previsto. Puesto que estaba de humor y las cosas iban saliendo bien, arrancó otras cinco lascas antes de volver a guardar el precioso bloque en su zurrón. Las lascas, de unos ocho centímetros de longitud por dos y medio de anchura, eran maravillosamente adaptables. Con unos pocos retoques delicados se convertían en cuchillos, raspadores y puntas de lanza, o en instrumentos con los que trabajar materiales secundarios, como huesos y astas. Después de inspeccionar las lascas una a una, eligió tres para puntas de lanza, una como raspador para limpiar las pieles de reno y dos como instrumentos para trabajar hueso. Aunque cualquiera de las seis lascas se podía transformar para cualquiera de los usos, él sabía por experiencia qué ejemplares en bruto elegir para cada producto final.

Hoy iba a hacer un nuevo juego de puntas de hueso para sus lanzas, y también algunas agujas de coser para la madre de Helena. Todavía tenía las puntas de lanza del año pasado, pero siempre prefería hacer un conjunto nuevo para la inminente cacería, si tenía tiempo. Eligió un trozo de asta de reno de unos quince centímetros de longitud y aceptablemente recto. Estas piezas se encontraban con facilidad a principios del verano, cuando a los renos se les caían las astas y empezaban a crecerles otras nuevas. Aunque para ello había que hacer un viaje de una semana a las colinas que había detrás de su campamento de verano, dónde él sabía que solía haber astas tiradas. Podría haber guardado algunas de la cacería del otoño pasado, y algunas veces lo hacía, pero siempre le había gustado la expedición a las colinas a principios de verano para recoger astas. Era una tradición familiar. Su padre le había llevado todos los años desde que él tenía siete, y él había hecho lo mismo con el hermano mayor de Helena. Gracias a estas expediciones, siempre tenía una buena provisión de astas. Arrancaba las puntas y dejaba casi todo el material donde lo había encontrado, llevándose sólo las piezas que iba a utilizar, más unas cuantas de sobra para ensayos e intercambios. Por ejemplo, tenía un trato con otro hombre de la horda, al que proporcionaba instrumentos de asta, que a él le gustaba hacer y por lo que tenía una buena reputación, a cambio de bloques de sílex. El mejor sflex para los bloques se encontraba a mucha distancia, de modo que tenía sentido que mientras él recogía astas y las convertía en instrumentos útiles, algún otro viajara en distinta dirección para recoger el sílex. Se sentía plenamente satisfecho, cómodamente sentado a la entrada de la cueva, contemplando el río y las colinas que se alzaban en la orilla opuesta. Helena, que tenía ocho años, vino a sentarse con él y ayudarle. Había heredado la destreza de su padre y siempre estaba pidiendo que la dejaran hacer algo.

La primera tarea consistía en hacer el buril, que luego se utilizaría para hacer cortes paralelos en el asta; para esto se necesitaba un borde plano, como el de una cuchilla. El padre de Helena cogió las lascas una a una y las examinó con atención. Eligió una y la colocó con cuidado, de modo que un extremo se apoyara en el suelo y el otro

en un trozo de asta. Ajustó la posición cuidadosamente hasta que la lasca quedó tocando el asta en la línea exacta por donde él quería fracturarla. Después, con un rápido movimiento, la golpeó con fuerza con una piedra, y el extremo de la lasca salió volando. Había sido una fractura perfecta y había producido un buril perfecto: un borde bien recto, como el de un cincel, y muy afilado. Cogió una pieza de asta y grabó una línea recta longitudinal con el buril. Era un buen instrumento, tan bueno como el mejor que hubiera hecho nunca. Haciendo girar en la mano el cilindro de asta, repitió el proceso hasta que quedó dividido por profundos surcos en cinco segmentos iguales. Siempre resultaba difícil que quedaran iguales, pero el buril cortaba tan bien que los segmentos eran exactamente del mismo tamaño. No se desperdiciaría nada.

Poco a poco fue profundizando a lo largo de cada surco, penetrando en el duro núcleo óseo del asta, manteniendo las líneas absolutamente rectas. En aquello tardó casi una hora. Por fin, cuando casi había llegado a la mitad del asta, clavó el buril a fondo y lo torció. El hueso se curvó ligeramente y después se partió limpiamente a lo largo. Recogió con cuidado el segmento, de quince centímetros de longitud y dos y medio de anchura, pero ahora de sección casi triangular. Una vez trabajado, sería una buena punta de lanza. Uno a uno, desprendió los otros segmentos. Sólo tuvo un percance, cuando el tercer segmento se partió por la mitad; serviría para hacer agujas. Se lo dio a Helena, junto con el buril. Ella ya ayudaba a su madre a coser, así que era lógico que también ayudara a hacer las agujas. Con mucho cuidado, Helena fue tallando el astillado segmento, alisándolo por los lados y afilando la punta. Cuando hubo terminado, se lo enseñó a su padre. Para ser la primera vez, era un trabajo excelente. Entonces, él sacó la lezna. Era otro de los instrumentos que había hecho con las polifacéticas lascas, y tenía una afilada punta de piedra en un extremo. Resultaba muy difícil hacer una huena lezna, y esta la llevaba cuidadosamente envuelta en un trozo de piel. Con la punta de la lezna, el padre de Helena abrió un agujero en el extremo romo de la aguja y se la devolvió a Helena, que corrió a enseñarle a su madre lo que había hecho.

La buena ropa de abrigo era imprescindible. En invierno, la temperatura podía mantenerse a diez grados bajo cero durante semanas enteras. Afortunadamente, no había escasez de pieles y todo el mundo tenía un vestido hecho a medida. Los vestidos tenían un forro interior de piel de liebre, ardilla o algún otro animal de piel suave. Hacer la ropa era tarea de las mujeres, y la madre de Helena tenía dedos fuertes y buena vista. Cortaba cada piel y casaba las piezas antes de usar su propia lezna para hacer agujeros a lo largo de los bordes. Después enhebraba la aguja con una tira de tendón de reno y, pasándola cuidadosamente por cada agujero preparado, cosía las pieles una con otra. Hoy estaba haciendo un vestido para Helena. Los niños de su edad crecían muy deprisa, y había que trabajar de firme para seguir su ritmo. No podía heredar ropa de su hermano mayor. Este era siete años mayor que Helena y no iban a ir transportando su ropa vieja durante siete años. De vez en cuando, recibía alguna prenda desechada por una de las otras mujeres de la horda, a cuyo hijo se le había quedado pequeña, pero por lo general prefería hacer ella misma ropa nueva. Las prendas tenían que ajustarse bien, para proteger del terrible frío, y Helena dejó que su madre le tomara medidas con una larga tira de piel de ciervo. El proceso de cortar las pieles, hacer las pruebas y coser las costuras le llevó casi tres días enteros. Un vestido bien cosido era motivo de orgullo, y a la madre de Helena le gustaba que se admirara su trabajo. Con su destreza como costurera y la reputación del padre de Helena como artesano fabricante de artículos de asta, la familia era muy consciente de su prestigio en la horda.

Cuando llevaban diez días en la caverna, se habían puesto ya al día en las tareas de la temporada. Helena tenía ropa nueva, su madre tenía una docena de agujas de hueso nuevas y su padre tenía un nuevo juego de puntas de lanza. Los días se iban haciendo más cortos y fríos; las hojas de abedul se ponían amarillas y las primeras heladas nocturnas habían cubierto de escarcha las puntas de los juncos en el valle de abajo. Los renos no tardarían en llegar. Pero antes de que aparecieran, y para asegurarse de que llegaran, había que llevar a cabo una importante ceremonia. La noche de luna llena después de las primeras heladas, los hombres de la horda y todos los demás cazado-

res que se habían congregado en aquella parte del río subieron por un valle lateral hasta una estrecha abertura en el precipicio, tapada con una piedra circular. Llevaban las caras pintadas con ocre rojo y los cuerpos ennegrecidos con carbón de las hogueras. Hicieron rodar la piedra a un lado y penetraron en la cueva, en fila y en silencio, empuñando velitas hechas con grasa animal para alumbrar el camino. El hermano de Helena iba allí por primera vez. Era ya lo bastante mayor como para que le permitieran participar en la cacería, así que tenía que ir a la cueva. Le daba miedo la oscuridad, y aún le gustaba menos estar recluido en un espacio estrecho. En completo silencio, los hombres se adentraron más y más en las profundidades de la montaña, mientras sus velas temblaban y proyectaban extrañas sombras sobre las paredes. Por fin, tras recorrer casi 800 metros, el estrecho pasadizo empezó a ensancharse y no tardó en desembocar en una caverna de techo alto. El silencio era absoluto, a excepción del goteo del agua que se filtraba por el techo. En algunos lugares, las paredes estaban cubiertas con tiras de sedimento claro que brillaban a la luz de las velas. A un lado, tres grandes estalactitas de dos metros de longitud colgaban del techo, y tres estalagmitas achaparradas crecían del suelo a su encuentro, buscando una unión que aún tardaría cinco mil años en producirse.

Pero los hombres no habían venido a ver estas maravillas de la naturaleza. Torcieron a la derecha y treparon a un pasadizo elevado que salía de la cámara principal. En lo alto de las paredes, apenas visibles a la pálida luz amarillenta de las temblorosas velas, se divisaban las inconfundibles formas de animales salvajes. Enormes figuras de bisontes, caballos salvajes, renos y toros embravecidos cubrían las lisas paredes. El hermano de Helena, ya nervioso por la claustrofobia, retrocedió encogiéndose y se agarró a su padre. La vela se le escapó de la mano y cayó al suelo en un pequeño charco de agua; la llama siseó y se apagó. Un toro salvaje parecía embestir contra él, con los orificios nasales ensanchados, la cabeza gacha y los cuernos listos para clavarle en la pared de piedra. Aunque su padre ya le había hablado de las pinturas, no estaba preparado para aquello. Eran tan reales, tan vivas y tan peligrosas... Quiso escapar corriendo de la

caverna, pero su padre le sujetó con fuerza y le acarició el pelo para calmarlo.

En silencio, los hombres levantaron la mirada hacia aquellas criaturas que no sólo les daban miedo, sino que además eran vitales para ellos. Con la luz suave, las imágenes parecían cobrar vida. Empezaron a moverse. El padre de Helena se frotó los ojos. Aunque llevaba veinte años acudiendo allí, primero con su padre y después solo, siempre experimentaba el mismo extraño efecto. Las pinturas estaban demasiado altas para tocarlas y comprobar si verdaderamente se habían movido. Los hombres siguieron mirándolas en silencio, pasando la vista de un animal a otro, como para comprobar que todos seguían allí. Se concentraron en la cacería, mirando fijamente las imágenes y preparándose para encontrarse con ellas en la vida real. Nadie sabía quién había pintado aquellas figuras, ni cuánto tiempo llevaban allí. La imagen de una mano, una silueta aerografiada con hollín, podría ser la firma del artista, pero nadie lo sabía con certeza. Tal vez hubieran estado allí desde siempre.

Después de lo que al hermano de Helena le pareció una eternidad, el ambiente cambió. Para entonces, las temblorosas imágenes se habían hecho completamente reales en las mentes de los cazadores. Uno a uno, empuñaron sus largas lanzas y con fuertes gritos las agitaron en el aire, haciendo ademanes de alancear a sus imaginarias presas. No las golpearon. No era necesario. Las bestias se habían desprendido de las paredes y estaban frente a ellos, suspendidas en el aire. En la caverna resonaron los ecos de los estremecedores gritos de los cazadores, mientras estos invocaban una magia simpática que transfiriera la matanza ritual de estas bestias imaginarias a la matanza de sus parientes vivos.

Al cabo de unos minutos, el ruido se apagó; los hombres bajaron sus lanzas y quedaron de nuevo en silencio ante sus pretendidas presas. Ya no podían hacer más para asegurarse de que los animales vendrían y ellos tendrían éxito en la caza. Sin que se hiciera ninguna señal concreta, pero sintiendo que era el momento, los hombres desfilaron en silencio hacia la entrada de la caverna y salieron al aire fresco de la noche. El frío los despejó y empezaron a hablar entre

ellos acerca de la cacería que se avecinaba. Se discutieron estrategias, se formaron alianzas. El hermano de Helena se alegró de salir al aire libre.

Aún no había transcurrido una semana cuando se divisaron los primeros renos valle arriba, avanzando lentamente hacia la garganta. De momento, todo iba bien. Estaban en la orilla derecha, de modo que aún tenían que cruzar el río antes de pasar por la garganta propiamente dicha. La horda de Helena había elegido un punto del río donde había grandes piedras en medio del cauce. La anchura en aquel punto era de unos cincuenta metros, con una gran isla de piedra en el centro. Allí era donde pensaban instalarse, utilizando las piedras como escondite y confiando en que los renos decidieran cruzar por allí, como habían hecho en años anteriores. Había otros muchos sitios para cruzar corriente arriba, pero la presencia de la isla, que ofrecía la posibilidad de dividir en dos el cruce, combinada con la creciente urgencia de los renos por pasar al otro lado antes de que el río llegara a la base de los precipicios, hacía que aquel lugar pareciera mejor que otros. Estaba a sólo cien metros, río arriba, de la cueva desde donde Helena y su madre miraban a los hombres ocupar sus posiciones.

Este año, el padre de Helena iba a probar por primera vez un lanzador y una punta desmontable. Hacía mucho tiempo que se usaban, pero él siempre había preferido el diseño tradicional: un sólido mango de madera con una punta de hueso. Las ventajas del lanzador, que sus amigos nunca se cansaban de explicarle, eran el mayor alcance, la mayor precisión y —lo mejor de todo— que si el animal se escapaba sólo perdías una punta de lanza y no una lanza completa. El lanzador era un palo grueso, en cuyo extremo se encajaba el extremo del mango de la lanza, y que actuaba como palanca. Colocándoselo sobre el hombro y moviéndolo rápidamente hacia delante, la punta de lanza salía disparada a mucha más velocidad que una lanza convencional de una pieza. La punta de lanza era una pieza afilada de hueso, montada en un palo corto. Como además llevaba una piedra para aumentar el peso, el impacto cuando daba en el blanco tenía tanta fuerza como el de una lanza de mango largo. El padre de Helena

había practicado un poco, pero seguía sin estar impresionado. Lo iba a llevar en esta cacería, pero sólo para que se callaran sus amigos. Estaba harto de que le llamaran reaccionario, así que estaba dispuesto a probar, pero no se olvidó de llevar también la lanza «de verdad».

Helena miró cómo su padre y su hermano se agazapaban detrás de las rocas de la isla, en medio del río. De pronto, un pequeño grupo de renos apareció a trescientos metros río arriba, en la orilla más próxima a Helena. Se notaba que estaban nerviosos, olfateando el aire y moviendo las cabezas de un lado a otro mientras avanzaban despacio por la orilla. Helena se tiró al suelo y miró por el borde del acantilado. Si los renos la veían, se asustarían y volverían corriendo río arriba. Los animales pasaron muy despacio a la altura de la isla. ¿Habían detectado a los cazadores agazapados detrás de las rocas? Llegaron hasta el punto, directamente por debajo de donde estaba Helena, en el que el río lamía el acantilado. Helena miró por el borde y los vio justo debajo de ella. Podía ver sus lomos grises y sus grandes astas ramificadas. Contó doce animales. Supuso que casi todos serían madres con sus crías, pero era imposible saberlo porque tanto los machos como las hembras tenían astas. No podían seguir avanzando por este lado del río, porque la pared del acantilado se alzaba directamente del agua. La corriente era más rápida allí, y el agua más profunda. Los renos se detuvieron unos minutos, sin atreverse a probar suerte; por fin decidieron que no, dieron media vuelta y volvieron sobre sus pasos, río arriba. Llegaron al punto situado frente a la isla donde se habían instalado los cazadores. ¿Cruzarían por allí o seguirían río arriba? Helena los vio vacilar; por fin, uno de ellos se metió en el agua y empezó a nadar hacia la isla. Los demás le siguieron. Los cazadores se pusieron tensos. El corazón les daba saltos y tenían la boca seca.

Cuando el primero de los renos llegó a la isla, los cazadores se lanzaron contra ellos. A corta distancia, las puntas con peso eran letales y precisas. Dos renos cayeron allí mismo, sangrando por el cuello. Los demás intentaron huir a toda velocidad. El padre de Helena consiguió clavar su lanza en el costado de un ejemplar joven, lo siguió hasta aguas poco profundas y allí lo remató cortándole el cue-

lio con su cuchillo. Después de la primera descarga de los lanzadores, algunos renos heridos habían vuelto grupas, regresando por donde habían venido. Hombres y muchachos se metieron en el agua tras ellos, intentando derribarlos. Sin pensar lo que hacía, el hermano de Helena se agarró a un adulto grande, que sólo tenía una herida leve. El animal se volvió y se defendió con sus astas, dándole un terrible golpe que le tiró inconsciente al río. Helena, que miraba desde arriba, vio lo que sucedía y se puso en pie, gritando y haciendo gestos para llamar la atención de su padre. Este miró hacia arriba y, comprendiendo que algo iba mal, escudriñó el río en busca de su hijo. Iba flotando cabeza abajo hacia las rápidas corrientes al pie de los acantilados. Su padre soltó la cría de reno que había matado y se lanzó al río. Consiguió alcanzar a su hijo antes de que fuera demasiado tarde y lo arrastró hasta la orilla, olvidándose de la cacería de renos. El muchacho no tardó en revivir; pero los renos ya se habían marchado. La cría muerta flotó corriente abajo hacia los rápidos y nadie iba a poder alcanzarla a tiempo.

Mientras Helena miraba desde arriba, el río había dejado de ser verde y transparente, tiñéndose de rojo con la sangre de la matanza. A juzgar por el color del agua que venía de arriba, otras hordas habían tenido un buen día; pero para la horda de Helena había sido un desastre. Sólo habían conseguido matar tres renos, un adulto y dos crías. Aquello significaba un invierno de escasez, a menos que llegaran más renos. Pero no llegaron más por aquel camino. Dos semanas después, la horda ya no podía esperar más. La nieve había empezado a caer, y las otras hordas se iban marchando a sus campamentos de invierno. Recogieron sus cosas y emprendieron el largo viaje de regreso al mar. Si sobrevivían al invierno, volverían al otoño siguiente, esperando tener mejor suerte.

Los años fueron pasando, siguiendo la misma pauta dictada por las estaciones. El hermano de Helena murió tres años más tarde, pisoteado por una pequeña manada de caballos salvajes a la que él y sus jóvenes amigos habían cometido la imprudencia de tender una emboscada. El padre de Helena vivió diez años más, lo suficiente para ver a Helena dar a luz a la primera de sus tres hijas. Su madre contrajo

artritis en los dedos, lo que puso fin a sus labores de costurera, y murió un año después, cuando la artritis se extendió a las rodillas y los tobillos. La propia Helena vivió hasta los 42 años, una edad muy avanzada en aquellos tiempos, lo que le permitió ver a sus primeros nietos.

A lo largo de las generaciones, el clan que tuvo su origen en Helena se convirtió en el de más éxito de toda Europa, con gran diferencia, llegando a todos los rincones del continente. La secuencia de referencia con la que se comparan todas las mutaciones mitocondriales es la secuencia de Helena. El 47 por ciento de los europeos modernos forma parte de su clan. No sabemos si este notable éxito se ha debido a que su ADN mitocondrial posee alguna cualidad especial que confiere una ventaja biológica a sus portadores, o si ha sido simple casualidad que tantos europeos puedan remontar directamente su linaje materno a Helena y los gélidos inviernos del último Período Glacial.

18

Velda

Tres mil años después de la vida y muerte de Helena, el Gran Período Glacial había apretado aún más su presa. Hace diecisiete mil años, las llanuras del norte de Europa estaban completamente desiertas; toda la vida animal y humana estaba concentrada en Ucrania, el sur de Francia, Italia y la península Ibérica. Velda, la cuarta de las siete hijas, vivió en el norte de España, en las montañas de Cantabria, a pocos kilómetros de distancia del actual puerto de Santander. En esa parte, el lecho oceánico tiene una pendiente muy pronunciada, de modo que la línea de la antigua costa no era muy diferente de la actual, a pesar de que el nivel del mar era cien metros más bajo que ahora. Como otras muchas familias anteriores y posteriores, la familia de Velda dependía de las manadas de bisontes y otros animales que pasaban el verano en las altas mesetas del sur, pero también cazaba en los espesos bosques que cubrían la llanura litoral. Al estar situados entre estos dos recursos, Velda y su horda podían mantener una base permanente en la zona. Había mucha competencia por los mejores sitios, y eso daba a Velda y sus compañeros un incentivo para mantener el suyo ocupado durante todo el año. Si lo hubieran abandonado para emprender migraciones estacionales a la costa o al interior, siguiendo a los bisontes, lo más probable habría sido que al volver lo hubieran encontrado ocupado por otra horda. Esto no sólo resultaba molesto; además, podía ser peligroso. Mucha gente había muerto en el pasado tratando de defender o de reclamar una buena caverna.

Al estar la mayoría de las cavernas ocupadas durante todo el año, resultaba mucho más fácil establecer una reivindicación de residencia convincente. Las expulsiones por la fuerza, aunque seguían ocurriendo, eran ya casi algo del pasado. Sin embargo, esto significaba que los hombres tenían que alejarse del campamento durante largos períodos en sus partidas de caza. El compañero de Velda era un buen cazador, e incluso en las épocas en que escaseaba la caza él siempre regresaba con algo para ella y sus tres hijas. Mientras él estaba fuera, ella buscaba comida en los bosques próximos al campamento. Su madre, una anciana de 37 años, cuidaba de las niñas, que eran demasiado pequeñas para ir con ella. Recorrer el mismo territorio día tras día era un trabajo duro. Ella lo conocía como la palma de su mano. Sabía en qué arroyos había peces, en qué charcas abundaban las ranas y sapos, y dónde se encontraban las encinas con mejores bellotas.

Velda era una mujer llamativa, más alta que las demás, con una estatura de 1,65, ojos castaños y chispeantes, y pelo oscuro y lacio que ondeaba sobre sus hombros al andar. Su piel era de color castaño claro en invierno, pero se tostaba con facilidad y en verano se le ponía la cara de color ébano oscuro. Aunque hiciera frío, el sol era tan brillante como ahora. Aunque empleaba la mayor parte del tiempo en recolectar comida, no todo era trabajo, y había días soleados de verano en los que encontraba un sitio resguardado y se tendía al sol durante varias horas para reflexionar sobre su vida. Se llevaba bien con las otras mujeres de su edad de la horda, casi todas las cuales estaban emparentadas con ella de un modo u otro, y pasaban bastante tiempo juntas, hablando de sus vidas. Ella se sentía satisfecha, aunque criar a tres hijas era duro, no teniendo un hombre al lado la mayor parte del tiempo. Recibía mucha ayuda de las demás mujeres y ella las ayudaba a su vez. Su madre y su hermana menor habían ayudado cuando nacieron sus tres hijas, lo mismo que ella había ayudado a su hermana y a otras amigas. Los hombres no sabían nada de partos. Por lo general no estaban en el campamento cuando nacían sus propios hijos, y habría sido inconcebible que un hombre presenciara el nacimiento de su hijo. Así pues, las mujeres de la horda mantenían

completo control sobre el proceso y el misterio del nacimiento. Tenían en sus manos el futuro de la horda. A cambio, los hombres las mantenían, aportando comida y protección contra los animales salvajes, que eran un peligro constante. El marido de Velda era amable y atento cuando estaba en el campamento, y siempre era una alegría verlo regresar sano y salvo de las cacerías, sobre todo si volvía cargado de carne para la despensa. ‚En las expediciones más largas, podía estar ausente durante dos o tres semanas, dependiendo de cómo le fuera en la caza. Cuando ya había capturado todo lo que podía acarrear, volvía a casa.

Durante las semanas en que él estaba fuera, sobre todo si todos los hombres de la horda habían salido a cazar juntos, Velda se sentía especialmente vulnerable. Lo que más temía era el ataque nocturno de un leopardo. Conocía varios casos de niños arrebatados mientras dormían. Cuando empezaba a oscurecer, ella encendía una hoguera en la entrada de la caverna y se retiraba con sus hijas a una grieta natural que había a un lado, acostando a las niñas en sus lechos de suaves pieles. Ahora también su madre vivía con ella, lo que en teoría proporcionaba mayor seguridad, aunque los nervios de su madre ya no eran lo que habían sido, y además roncaba mucho. Velda tenía el sueño ligero: se despertaba aproximadamente cada hora y se aseguraba de que el fuego siguiera encendido. Sólo cuando su hombre estaba en casa podían repartirse la vigilancia y ella podía dormir toda la noche.

Algunas noches era consciente de animales que se movían fuera, en la oscuridad. No es que los oyera, porque no hacían ruido al moverse; más bien sentía su presencia. Una vez vio dos ojos verdes brillando en las tinieblas a sólo unos palmos de distancia, con la luz del fuego reflejándose en ellos. Se puso tensa y aferró la lanza que siempre tenía a mano; después, arrojó otra rama a la hoguera. Al volar las chispas, los ojos desaparecieron; el animal había vuelto la cabeza. Velda confiaba en que el leopardo, no sabiendo cuánta gente había en la cueva, decidiera que no valía la pena arriesgarse a atacar.

Era muy raro que murieran niños en ataques directos. Lo normal era que desaparecieran cuando, por descuido o por cansancio, se de-

jaba que el fuego se apagara. Solía ocurrir de manera tan rápida y silenciosa que nadie se daba cuenta de que algo había sucedido hasta la mañana siguiente. Aquel era el peor tipo de desaparición, porque no sabías con seguridad si al niño se lo había llevado una fiera o si había salido solo de la caverna. Esto le había ocurrido a una de las primas de Velda, que se había pasado días buscando a su única hija. ¿Era posible que siguiera viva en alguna parte del bosque? La respuesta, por supuesto, era negativa. El leopardo había capturado a la niña mordiéndole el cuello; sus mandíbulas se habían cerrado con fuerza irresistible sobre la tráquea, impidiéndole respirar y gritar, mientras el gran felino daba media vuelta y salía de la cueva sin esfuerzo y sin ruido, con la niña colgando de sus quijadas. El miedo a la noche era algo muy real.

Velda y las demás mujeres hicieron todo lo que pudieron para consolar a la prima, pero esta nunca llegó a recuperarse de la pérdida de su única hija de manera tan terrible. Se hundió en un profundo letargo, negándose a comer, y se sentaba sola en lo alto de la colina, contemplando los oscuros bosques que se extendían bajo ella y llamando a su hija perdida. Otras mujeres que habían perdido un hijo por causa de las fieras tenían otro casi inmediatamente, de manera que el duro golpe quedaba mitigado por el nuevo nacimiento. Pero la prima de Velda, torturada por la sensación de que su hija podía seguir aún con vida, era incapaz de seguir este camino. Se puso demasiado débil para quedar embarazada; su hombre acabó perdiendo la esperanza de que se recuperara y abandonó la horda para siempre. Ella se dedicó a vagar por los bosques, llamando a su hija en voz baja y mirando en cada matorral y debajo de cada árbol. Velda y sus amigas se la llevaban a sus cuevas por la noche, pero ella seguía negándose a comer lo suficiente y no podía dormir. Un día, ya en vísperas del invierno, no volvió de los bosques hasta después de anochecer. No era preciso que le advirtieran de los peligros, y sus amigas insistieron en que siempre debía regresar mientras hubiera bastante luz. Ella siguió sus recomendaciones durante una semana, y parecía que iba mejorando. Pero un día no volvió. Nunca encontraron su cuerpo. No sabían lo que le había ocurrido, pero lo sospechaban. El mismo leo-

pardo que se había llevado a su hija la había seguido también a ella y la había atacado por detrás cuando regresaba entre los árboles. A la mujer ya no le quedaban fuerzas para luchar. Acabó sirviendo de alimento a la misma carnada de cachorros que había devorado a su hija.

Velda tenía una notable vena artística. Su abuelo había sido uno de los hombres que pintaban las cuevas ceremoniales, y ella había intentado reproducir sus bellas imágenes en las paredes de su propia cueva. Su mayor deseo era que le permitieran pintar algo en una de las grandes cavernas que se usaban sólo para las ceremonias anteriores a las cacerías. Se trataba de un privilegio celosamente guardado. No sólo tenías que saber pintar; además, tenías que poseer convincentes dotes sobrenaturales para la magia. Puesto que esto era prácticamente imposible de demostrar, los aspirantes a artistas tendían a exagerar los comportamientos excéntricos o a proclamarse descendientes de una larga estirpe de magos. Velda manifestó su talento de delicada artesana tallando adornos de hueso y, cuando podía conseguirlo, de marfil de mamut. Los diseños que tallaba eran a la vez simbólicos y naturalistas, y tardaba semanas e incluso meses en terminar una pieza, trabajando muchas veces hasta bien entrada la noche, a la luz de la hoguera, mientras sus hijas dormían. Su proyecto más ambicioso era un lanzador de jabalinas muy ornamentado, que estaba haciendo con madera de enebro como regalo para su hombre. En realidad, no era para usarlo en las cacerías, sino sólo en las ceremonias de la caverna. Últimamente, a los hombres les había dado por usar armas ceremoniales, en lugar de las auténticas, para invocar la magia simpática. Parecía mucho más apropiado, y había quien decía que más eficaz, esgrimir un arma especial en estas ocasiones. Velda se pasó los tres meses del verano trabajando en esta pieza. Quería que estuviera lista para la ceremonia del próximo otoño. Cuando su hombre estaba fuera cazando, podía trabajar sin disimulos, pero cuando él estaba en casa, ella escondía su regalo en una grieta del fondo de la cueva. Quería que fuera una sorpresa.

El objeto terminado era verdaderamente hermoso. Velda había grabado a todo lo largo del mango un grupo de tres bisontes. Había que girar el instrumento para ver la imagen completa, pero aun así las

proporciones eran perfectas. Uno de los animales tenía la cabeza vuelta hacia atrás y se lamía un flanco con la lengua. Velda dedicó especial atención a las cabezas, tallando cuidadosamente una serie de líneas que representaban el pelo del lomo. Los grandes ojos estaban rodeados por abultados párpados, y los orificios nasales se ensanchaban igual que en la realidad. Noche tras noche, iba añadiendo detalles hasta que por fin se dio por satisfecha y ocultó el lanzador hasta el día en que regresara su hombre.

Su hombre nunca regresó. Cuando sus compañeros volvieron de las montañas, creían que él ya estaba de vuelta en el campamento. Después de matar un bisonte, él se había marchado temprano, ansioso por regresar a casa. Se había llevado la mejor carne de la res y había emprendido la marcha de tres días para volver a su caverna. Sus compañeros le habían despedido agitando los brazos mientras él iniciaba la bajada por el valle que le llevaría a casa. Aquella fue la última vez que se le vio vivo. Cuando sus amigos regresaron al campamento, pocos días después, y comprendieron que había desaparecido, regresaron inmediatamente a las montañas para buscarlo. Era muy poco probable que se hubiera perdido, porque conocía el territorio tan bien como cualquiera. El tiempo era bueno; no hacía demasiado frío, así que no habría muerto de congelación. De vez en cuando, algunos jóvenes se unían a otra horda que encontraban yendo de caza, pero ninguno hacía tal cosa si tenía mujer e hijos esperándole en el campamento. Tampoco se sentía mal cuando se separó de sus amigos. Era un completo misterio. Aunque estuvieron cuatro días buscando por la ruta que había tenido que seguir para llegar a casa, mirando en todos los refugios rocosos que se utilizaban tradicionalmente como vivaques, no encontraron ni rastro de él. El quinto día subieron aún más arriba, a lo alto de la montaña, para inspeccionar una gran caverna que utilizaban de vez en cuando las partidas que iban a cazar íbices. Era muy improbable que hubiera tomado esa desviación, dado que regresaba de una cacería fructífera, pero subieron para asegurarse.

A unos cien metros por debajo de la entrada de la caverna encontraron su cuerpo, o lo que quedaba de él. Sus prendas de piel formaban un revuelto amasijo que envolvía un desarticulado montón de

huesos y carne. Todos los órganos internos —el corazón, el hígado, el estómago y los pulmones— habían desaparecido. La caja torácica, despojada de piel y músculos, todavía se mantenía unida por ligamentos ensangrentados. Sus amigos apartaron la vista. Sabían que era él. Su rostro estaba irreconocible y su cráneo aplastado, pero al lado del cuerpo estaba caída su lanza rota. No cabía duda de que era la suya. A unos cincuenta metros yacía otro cadáver, pero este no era humano, sino de una enorme hiena, con otra lanza clavada en el pecho. Así había muerto el hombre. Solo y rodeado por una voraz jauría de aquellas bestias repulsivas, había hecho frente a sus atacantes, matando a uno y probablemente hiriendo a otros. Pero eran demasiados para un hombre solo, y había acabado vencido y despedazado.

Recogieron lo que quedaba de su cuerpo y lo depositaron en una de las grietas de un pequeño afloramiento rocoso, cubriéndolo con piedras. Su mejor amigo recogió la punta de su lanza rota y el grupo se retiró en silencio montaña abajo. En cuanto los vio venir, Velda supo por sus expresiones que había ocurrido lo peor. Tomó la punta de la lanza y la apretó contra su pecho, llorando inconteniblemente. Al poco rato, tras las oscuras nubes de dolor y desesperación que se abatieron sobre ella, la gravedad de su situación empezó a cobrar forma. Alimentar a tres hijas sin un hombre que trajera comida no iba a ser fácil. Ella sola no podía alimentar a su familia, y en el bosque no había suficiente para mantenerlas durante todo el invierno. Pero perder a tu hombre, o a tu mujer, no era un acontecimiento raro. En su situación, la solución habitual consistía en encontrar otro compañero a toda prisa, y una mujer bella y habilidosa como Velda no tendría dificultades para encontrar otro hombre, si no en su propia horda en un grupo vecino. Pero Velda no lo hizo. Se quedó en su horda y trabajó con todas sus fuerzas durante el primer invierno, redoblando sus esfuerzos para recolectar y almacenar bayas y frutos secos del bosque. Sus hijas, hasta la más pequeña, fueron incorporadas al servicio activo. La caza del bisonte había sido muy fructífera aquel año, y había abundancia de salmones de otoño que remontaban el río en el valle que discurría bajo las cavernas. Había comida de sobra y Velda y sus hijas no pasaron hambre.

Aunque la horda habría cuidado de ella de todos modos, ella empezó a corresponder a su amabilidad dándoles a cambio pequeños objetos tallados. Eran sólo pequeños amuletos, objetos mágicos portátiles: un bisonte de marfil para llevar durante las cacerías; un pez para llevar colgado al cuello cuando se vadeaban las pozas del río. Su reputación de artesana exquisita se fue extendiendo, y sus obras eran muy solicitadas en los intercambios con otras hordas. Gracias a sus esfuerzos, sus hijas crecieron y encontraron compañeros. Dos de ellas abandonaron el grupo y la tercera se quedó, compartiendo la caverna en la que se había criado. Cuando Velda pasó de la treintena, más vieja pero todavía atractiva, consiguió hacer realidad su ambición y se le permitió decorar parte de una de las cavernas ceremoniales. Murió apaciblemente mientras dormía, a los 38 años de edad, a consecuencia de una combinación de vejez y agotamiento. Por la mañana, cuando su hija encontró su cadáver, frío y sereno, encontró también dos objetos que tenía junto a ella bajo las pieles que le servían de manta. Uno era una vieja punta de lanza, gastada por años de uso. El otro era un lanzador de jabalinas de enebro tallado, el más bello que nadie había visto jamás.

En la actualidad, aproximadamente el cinco por ciento de los nativos europeos pertenece al clan de Velda; son más abundantes en Europa occidental que en el este. Muchos de los descendientes de Velda han llegado muy lejos del hogar de su antepasada en las montañas de Cantabria. Un pequeño grupo llegó tan al norte como se puede llegar, hasta la punta misma de Escandinavia, donde forman parte de los actuales saami de Finlandia y el norte de Noruega.

19

Tara

Velda y Tara vivieron aproximadamente en la misma época, hace diecisiete mil años, en lo más crudo del último Período Glacial. Incluso es posible que fueran contemporáneas exactas; pero desde luego, jamás se encontraron y sus vidas fueron muy diferentes. Velda vivió en España, mientras que la tierra natal de Tara estaba en las colinas de Toscania, en el noroeste de Italia. Velda, como Helena antes que ella, llevó una vida relativamente acomodada. Ambas vivieron en un mundo en el que las predecibles migraciones estacionales de los grandes animales de la tundra traían carne fresca casi a las puertas de casa. Esta abundancia dio lugar a una relativa prosperidad, y la población humana aumentó. En las reuniones anuales de los cazadores de renos había frecuentes interacciones e intercambios entre hordas, y se fue desarrollando una floreciente cultura artística. Se fabricaban bellos ornamentos y amuletos tallados en toda clase de materiales: madera, marfil, concha y hueso. Cientos de cuevas estaban decoradas con vistosas y fascinantes imágenes de animales salvajes.

El mundo de Tara era mucho menos próspero, aunque, irónicamente, era más cálido. Debido a las temperaturas más altas, casi todo el terreno, exceptuando las montañas más altas, estaba cubierto de bosques. Los animales de la tundra no vivían allí. En cambio, en los bosques habitaban ciervos y jabalíes. Estos eran difíciles de cazar y a veces peligrosos. Aunque los bosques ofrecían muchas posibilidades para el forrajeo, la ausencia de un suministro predecible de caza

mayor significaba que la tierra podía mantener a menos personas que la Cantabria de Velda o la Dordoña de Helena. Esta relativa pobreza había limitado el desarrollo de la expresión artística y las pautas de intercambio social. Las hordas vivían más aisladas, compuestas por unas veinte personas, y tenían que trabajar mucho más para alimentarse. Siempre estaban en movimiento, a medida que iban agotando la escasa cosecha de los bosques. Así transcurrió la vida de Tara.

Su madre había muerto cuando ella tenía diez años y su hermano sólo seis. Quedaron bajo el cuidado de la hermana de su madre y compartieron con ella la rutina diaria de recolectar en el bosque. Su padre seguía aportando lo que podía: un jabato, una marta, una cría de corzo o, si tenía mucha suerte, un ciervo. 'Matar un ciervo era motivo de celebración en todo el campamento, y todos participaban del banquete alrededor del fuego. Tara había guardado la flauta de su madre y tocaba una alegre melodía en aquellas raras pero gozosas ocasiones. Su madre la había hecho años atrás con un hueso del ala de un cisne, abriendo orificios a lo largo de un borde: uno para soplar y tres para cambiar las notas con los dedos. La escala era limitada y el sonido bastante rudimentario, pero animaba el ambiente en torno al fuego, mientras todos cantaban y bailaban hasta bien entrada la noche. Al día siguiente, todos se levantaban tarde. Por una vez, las faenas diarias podían esperar.

Cuando el verano dejaba paso al otoño, ellos descendían lentamente a tierras más bajas por el valle del Arno, siguiendo la corriente del río hasta la costa. El viaje era unos treinta kilómetros más largo que en la actualidad, debido al bajo nivel del mar. Más allá del horizonte, fuera del alcance de la vista, las islas deshabitadas de Córcega y Cerdeña estaban unidas entre sí por una lengua de tierra. A Tara le gustaba el mar y caminaba kilómetros y kilómetros por las anchas playas de arena, recogiendo maderas flotantes y todo lo que le llamara la atención y pudiera servir para algún uso. Le gustaba coleccionar conchas marinas y cada noche llevaba puñados de ellas al campamento. Las perforaba con una piedra afilada y las ensartaba en tiras de algas o tallos de barrón para hacer largos collares. Como adornos, no duraban mucho, porque el hilo no tardaba en romperse,

pero aquello no importaba y le daba un buen pretexto para seguir yendo a la playa a recoger más conchas.

Un día, durante sus caminatas por la playa, vio a lo lejos un gran bulto gris, justo por encima de la línea de marea. Al acercarse vio que se trataba del cadáver de un delfín, con la mandíbula abierta de par en par, mostrando sus dientes afilados y regulares. Desde luego, no había estado allí el día anterior y estaba bastante fresco. Las gaviotas ya habían hecho acto de presencia, picoteando los ojos, pero sin dejar marcas en la gruesa piel. Aunque nunca había visto un delfín, Tara comprendió al instante que aquello era comida y corrió a decírselo a los otros. Todos dejaron lo que estaban haciendo, cogieron sus cuchillos y se dirigieron a la playa. Los jóvenes, mujeres y niños corrían a toda la velocidad que podían; los de edad madura iban andando y los viejos de más de 35 años se quedaron atrás, recordando cómo era ser joven.

Al doblar el promontorio y entrar en la bahía en la que Tara había visto el delfín, se detuvieron en seco. Allí ya había otros humanos y ya habían empezado a cortar la carne. Levantaron las cabezas al ver a la horda de Tara en la distancia e interrumpieron su tarea. Aquello podía acabar mal. Sólo eran cinco —dos hombres, una mujer y dos niños— frente a los diez de la horda de Tara. Si había que pelear, perderían. Un delfín muerto era una presa muy valiosa, pero no valía la pena morir por ella. Existían convenciones estrictas, aceptadas por todo el mundo, según las cuales un cazador siempre tenía derecho a quedarse lo que mataba. De manera similar, un cadáver pertenecía a la horda que lo encontrara. Normalmente, la horda de Tara habría renunciado en aquel mismo momento, reconociendo que no eran los primeros en llegar. Pero Tara era la que había encontrado el delfín.

Tara no conocía las reglas, pero comprendió que podía verse obligada a abandonar su presa y echó a correr hacia el grupo que amenazaba con arrebatársela. Su padre le gritó que se detuviera, pero ella siguió adelante. Desprendiéndose de todo, excepto de una lanza corta, el padre corrió tras ella. Los demás le siguieron. Los tres adultos que había junto al cadáver mantuvieron su posición. Tara era una

gran corredora, y a su padre, aunque estaba en buena forma, le costó alcanzarla. Ya estaba a sólo trescientos metros del delfín muerto. Doscientos metros. Cien. El grupo de la orilla levantó sus lanzas. Cincuenta metros. Con un acelerón final, el padre de Tara la agarró del hombro y la derribó sobre la blanda arena. Al instante, se puso en pie, dispuesto a defender a su hija. Hizo frente a las lanzas de los dos hombres que habían echado a correr hacia él. Todavía estaba muy por delante de los suyos y en grave peligro. Cuando estaban a sólo unos metros de distancia, reconoció la cara del rubio alto de la izquierda. Era el compañero de su hermana. Le llamó por su nombre. Los otros se detuvieron en seco. Una enorme sonrisa se extendió por el rostro del rubio. Dejó caer su lanza, corrió hacia el padre de Tara y le abrazó. El alivio brilló en las caras de todos mientras la adrenalina dejaba de fluir. Los otros llegaron hasta ellos. Tara empezó a farfullar que ella había encontrado el delfín e indicó a modo de prueba las pisadas en la arena, que se alejaban en dirección a su campamento. Pero los hombres ya habían acordado repartir el botín. Había suficiente para todos, y además iban a tener que trabajar deprisa. La marea estaba subiendo.

La tía de Tara llegó con los demás miembros de su horda y comenzó el proceso de despojar el cadáver. Cada cierto tiempo tenían que arrastrar el delfín playa arriba, ya que la marea amenazaba con arrastrarlo de nuevo mar adentro. Una cadena de niños llevaba la carne cortada a un lugar seguro en las dunas, por encima de la línea de la marea alta. Cuando terminaron, el gran sol anaranjado se estaba poniendo ya sobre el mar. Era una noche tranquila y todos decidieron acampar allí mismo y comer juntos en la playa. No tardaron en reunir suficiente madera flotante para encender un fuego y prepararon rápidamente un espetón para hacer girar los trozos de carne roja y oscura. Con sus rostros iluminados por el suave brillo de la hoguera, los miembros de ambas hordas renovaron sus antiguas relaciones. Tara era demasiado joven para acordarse de su tía, y su padre no había visto a su hermana en varios años, desde que ella abandonó la horda. Ahora se sentó junto a ella y le contó la trágica muerte de la madre de Tara, dos años antes, y lo mucho que la echaba de menos. ¿Por qué

no se vienen Tara y su hermano con nuestra horda durante algún tiempo?, propuso la hermana.

Y así fue como Tara pasó con su hermano de una horda a otra, cuyo territorio de caza estaba más arriba, siguiendo la costa. Cuatro años más tarde quedó embarazada y nació la primera de sus dos hijas. En cuanto vieron a la niña se hizo evidente que había heredado el pelo rojo de su padre. Cuando cumplió un año, también se hizo evidente que había heredado el carácter independiente de Tara. Se negaba a hacer caso de las instrucciones que se le daban y siempre estaba metiéndose piedrecitas e incluso trozos afilados de sílex en la boca. Tara era una madre diligente y había sido bien acogida por su nueva horda. Tenía un buen hombre y disfrutaba de su dura vida tanto como se podía disfrutar.

Siempre estaba deseando que llegara el invierno para pasarlo junto al mar. Era siempre la primera en ofrecerse para buscar en la playa y, con su hija a la espalda, caminaba kilómetros y kilómetros a lo largo de la costa, día tras día. Conocía cada roca, cada piedra, cada banco de arena, y veía al instante si el mar había traído algo nuevo. Le gustaban los días turbulentos, cuando el fuerte viento del oeste empujaba tierra adentro la espuma de las olas. Después de aquellas tormentas, que podían durar varios días, era el mejor momento para recolectar en la playa. Tara salía con las primeras luces del día, ansiosa por descubrir qué nuevos tesoros había arrastrado el mar hasta la tierra firme. Después de una tormenta particularmente violenta, con el viento y la lluvia todavía azotándole la cara, encontró un largo tronco de árbol, blanqueado por la larga permanencia en el mar y arrastrado hasta la parte más alta de la playa. Era evidente que había estado mucho tiempo en el agua, porque tenía balanos adheridos a la madera... pero sólo por un lado, lo cual parecía extraño.

Al día siguiente regresó con su padre. Aunque el tronco era grande —unos tres metros de longitud y medio metro de diámetro—, pudieron moverlo un poco, empujando los dos a la vez con todas sus fuerzas. ¿Cómo era que pesaba tan poco? Por un lado, el que estaba cubierto de balanos, era duro y pulimentado por las olas. El otro lado era blando y con numerosos orificios. Tara pinchó este lado con su

cuchillo de sílex y desprendió un trozo con facilidad. Siguieron arrancando las partes blandas, que posiblemente habían estado enfermas en un principio, hasta que hubieron ahuecado todo el tronco. Seguía pesando mucho, pero con la ayuda de unos amigos que se les habían unido pudieron transportarlo con facilidad. Y por supuesto, lo primero que hicieron fue echarlo al mar y empezar a tirarle piedras. Las aguas se habían calmado y el tronco flotaba perfectamente en la lisa superficie. Pero siempre flotaba con el mismo lado hacia arriba, con la abertura de la parte ahuecada por encima de la superficie y los balanos por debajo. Aquello era muy curioso y añadió una nueva dimensión al juego: un punto si acertabas al tronco, dos si metías una piedra en su interior.

Al cabo de un rato, todos se aburrieron del juego y empezaron a marcharse. Sin ningún motivo concreto, Tara y su hija se quedaron un poco más. Estaban en el extremo de la bahía, que terminaba en un bajo promontorio rocoso. El tronco iba flotando a lo largo de la línea de costa hasta que acabó deteniéndose contra las rocas. Tara y su hija lo siguieron, se sentaron y, para entretenerse, le tiraron unas cuantas piedras más, muchas de las cuales cayeron dentro porque ahora estaba muy cerca. El tronco seguía flotando, pero en su interior tenía ya por lo menos veinte piedras. Entonces Tara se preguntó qué ocurriría si metía en el tronco una roca mucho más grande. Cogió una gran piedra gris y la colocó con cuidado en el hueco. Seguro que ahora se hundía. Pero no se hundió. De hecho, aquello pareció estabilizar más el tronco.

Tara tuvo un relámpago de inspiración. Llamó a su hija y la instaló en el tronco. Este descendió un poco en el agua pero siguió sin hundirse. Tara tiró del tronco para arrimarlo a las rocas y se metió en él. Estaban flotando. De un empujón se separó de las rocas y la canoa, que es en lo que se había convertido el tronco, se deslizó lentamente sobre las transparentes aguas. Tara se arrodilló e instintivamente empezó a remar con las manos. El tronco perdió velocidad y comenzó a cambiar de dirección. Aquello era fantástico. Por la borda podía ver los bancos de arena blanca y las rocas oscuras del fondo. Tenía que poner cuidado para no hacer volcar la canoa, y apren-

dio a sentir cuándo empezaba a inclinarse. Al cabo de veinte minutos se dio cuenta de que la corriente las había llevado a la siguiente ensenada. Con unos cuantos movimientos de manos la dirigió a la playa arenosa y saltó a tierra, arrastró la canoa a un lugar seco y sacó a su hija.

Afortunadamente, al día siguiente el tiempo continuaba tranquilo y la canoa seguía en la playa cuando Tara volvió con el resto de la horda. Los niños jugaron en ella, los hombres hicieron carreras. Alguien encontró un trozo plano de madera flotante y lo utilizó como remo. Al final de la jornada, Tara y su hombre remaron hacia el campamento y arrastraron la canoa hasta un lugar seguro, por encima de la línea de marea. Aquel invierno se acercaron otras hordas a admirar el nuevo juguete. No parecía tener ninguna aplicación inmediata, aparte de para jugar. Pero más adelante empezaron a utilizarlo para llegar a las islas cercanas y recorrer las aguas poco profundas de los estuarios fluviales en busca de peces planos y anguilas. A finales de la primavera, lo arrastraron hasta la parte alta de la playa y lo dejaron allí, mientras todos se dirigían al interior, para pasar el verano cazando en las tierras altas. Aquel otoño nació la segunda hija de Tara: no era pelirroja como su padre, sino que tenía el pelo castaño oscuro y lacio de su madre. Pero al igual que sus dos progenitores, tenía los ojos azules, algo poco común en la horda, cuyos ojos solían ser de color castaño claro.

La canoa seguía estando allí cuando regresaron al comenzar el invierno, un poco deteriorada pero todavía en condiciones de navegar. Los hombres empezaron a construir canoas nuevas con troncos recién caídos. Era un trabajo duro; casi todos los árboles estaban o muy podridos —que era por lo que habían caído— o muy duros, en caso de haber sido derribados por una tormenta. Al llegar la siguiente primavera, Tara, que tanto amaba el mar, propuso a la horda que, en lugar de subir a las montañas, se quedaran en la costa, construyeran más canoas y las utilizaran para pescar en las aguas poco profundas y en las ensenadas de la costa. Otras dos familias se mostraron dispuestas a intentarlo, y se pasaron todo el año bordeando la costa en la nueva embarcación. Los hombres cazaban ciervos y jabalíes en

las marismas, y las mujeres y niños recogían lapas y caracolas en las rocas cuando bajaba la marea. Cuando la caza escaseaba en un lugar, se trasladaban con facilidad a otro siguiendo la costa. Descubrieron islas con rocas cubiertas de mejillones de color azul acero. También las focas acudían a aquellas islas para reproducirse y eran presa fácil de los cazadores, que podían acercárseles despacio por mar sin asustarlas, para después saltar a tierra y matarlas a golpes antes de que pudieran deslizarse al agua. Aquella vida marítima era del agrado de Tara. No dependían exclusivamente del mar, porque siempre podían ir a los bosques y las montañas; pero vivían de él y les resultaba más agradable que ir escarbando por el suelo del bosque. Y más seguro, además.

Tara tuvo un hijo más, esta vez un chico. Los tres se criaron sanos y vivieron lo suficiente para tener hijos propios. Tara llegó a conocer a sus tres primeras nietas, todas niñas, antes de morir un invierno cerca de la playa en la que había encontrado el delfín años atrás. La enterraron en una tumba excavada en las dunas de arena. Le enrojecieron el rostro con ocre, como si devolver el color a sus mejillas le fuera a devolver la vida. Alrededor del cuello le pusieron una docena de sartas con cientos de conchas perforadas. Allí yace ahora, a 32 kilómetros de la costa de Livorno, bajo el azul Mediterráneo, mientras a cien metros por encima de ella sus descendientes se deslizan de un lado a otro en las modernas versiones de su tronco ahuecado.

En la actualidad, poco más del nueve por ciento de los europeos nativos pertenece al clan de Tara, que vive a lo largo de la costa mediterránea y en el borde occidental de Europa, aunque no está restringido a estas zonas. Sus miembros son especialmente numerosos en el oeste de Gran Bretaña y en Irlanda.

20

Katrine

La plaza de San Marcos de Venecia está inundada de nuevo. El mar gorgotea a través de las compuertas de piedra y el superintendente ordena con aire cansado que se saquen las plataformas de madera para colocarlas en la plaza. Nadie, ni siquiera el mar, debe impedir que los turistas desfilen por la basílica y el palacio del Dux. Venecia se va hundiendo poco a poco en el mar. Hace quince mil años, cuando Katrine vivía allí, el mar estaba a más de 150 kilómetros de distancia. El Adriático es un mar muy poco profundo, y el descenso del nivel del mar en todo el mundo hacia el final del último Período Glacial redujo su extensión a la mitad de su tamaño actual. Katrine podría haber caminado en línea recta desde Split (Croacia) hasta Ancona (Italia) sin mojarse los pies. Vivía en la vasta llanura boscosa que se extendía desde allí hasta los Alpes y ocupaba el ancho valle del Po desde Bolonia hasta Milán y Turín. Si hubiera hecho más frío, esta habría sido una zona de tundra despejada, habitada por caballos salvajes, bisontes, renos y mamuts. Pero el clima relativamente cálido de las latitudes meridionales permitía que el bosque sobreviviera. Estos bosques eran muy parecidos a los de Tara, una despensa llena de alimentos si sabías dónde buscar y estabas dispuesto a trabajar de firme para encontrarlos. Sin embargo, eran mucho más extensos, y la escasa población humana estaba repartida por una zona mucho más amplia. La gente seguía viviendo en hordas, y estas hordas tendían a mantenerse unidas mientras se movían a través de los bosques. La horda de Katrine vivía en la parte norte del bosque, la que daba a las empina-

das laderas de los Alpes. Sus picos nevados, que se alzaban dominando la llanura, y sus enormes glaciares, mucho más extensos que los actuales, le parecían a Katrine un mundo lejano y prohibido.

Siempre había sido una niña atractiva, de pelo rubio y ojos castaño-verdosos, y apenas había entrado en la adolescencia cuando quedó embarazada de un amigo de su hermano mayor. El verano anterior al parto, la horda se trasladó a las montañas para cazar íbices y gamuzas. El compañero de Katrine todavía no tenía experiencia en las montañas y no estaba acostumbrado a los peligros de la caza en las alturas. Iba siguiendo a un grupo de gamuzas por un desfiladero, con la esperanza de sorprenderlas y hacerlas despeñarse por el precipicio cuando perdió pie y cayó desde una altura de 120 metros, muriendo en el acto. Siempre había sido un joven impetuoso y fanfarrón, y el grupo recibió la noticia de su muerte con tanta irritación como tristeza. Justo cuando iba a poder empezar a aportar comida para resarcir al grupo de los años en que este le había mantenido, iba y se mataba.

También Katrine se sentía molesta cuando pensaba en ello. Por culpa de su imprudencia, ella se quedaba ante la perspectiva de no tener más que un hijo. Estaba decidida a encontrar un sustituto lo antes posible. Su niña había nacido a finales de octubre, cuando la horda había bajado de las montañas y estaba otra vez forrajeando en los bosques. Era una niña bastante guapa, que había heredado los oscuros ojos castaños de su padre, pero Katrine nunca se sintió muy unida a ella. La simple visión de la niña mamando de su pecho la llenaba de intensa irritación. ¿Por qué se había tenido que quedar ella con aquella criatura llorona, por culpa de un inútil que tendría que haber pensado en ella y en la niña antes de ponerse en peligro? Pero no había nada que hacer. No podía encasquetársela a nadie más. No había ninguna otra mujer criando y ninguna había perdido un niño.

Su madre se dio cuenta de que algo malo pasaba entre Katrine y su hija, pero no podía ofrecer ninguna solución útil. Hasta que la niña estuviera completamente destetada, lo cual no ocurriría hasta dentro de tres años por lo menos, no había nada que hacer. Las cosas no mejoraron cuando la niña creció y empezó a gatear y después a an-

dar. En todas sus nuevas manifestaciones —su manera de sonreír, el modo de agitar los brazos—, Katrine no veía nada de sí misma, sino sólo reflejos del irresponsable y ahora odiado padre. Por fin, tras cuatro interminables años, la niña quedó completamente destetada. Katrine no había perdido del todo el tiempo durante la larga espera. Siempre que podía, dejaba a la niña con su madre y buscaba la compañía de los amigos de su hermano. Durante aquellos tres años había dormido con todos ellos en una u otra ocasión, pero como aún estaba amamantando no se quedó embarazada. Su madre se había dado cuenta tiempo atrás de lo que estaba ocurriendo y la prevenía contra aquella insensatez. A su padre no parecía importarle.

Y por supuesto, ocurrió lo inevitable. Quedó embarazada de nuevo, casi inmediatamente después de destetar a su hija. El padre podía ser cualquiera de entre tres jóvenes, y no tenía idea de cuál. Era inconcebible que tuviera otro hijo sin compañero fijo, así que su madre la llevó aparte y le rogó que identificara al padre. Ella se negó incluso a decirle a su madre quiénes eran los tres posibles padres. Su hermano tampoco pudo aclarar nada. La situación era desesperada. El padre de Katrine, que ya no era precisamente joven, tenía ya que mantener a dos personas más de las que había previsto; una más le acarrearía aún mayores responsabilidades. Aunque quería a su hija, la presionó con dureza para que revelara la identidad del padre. Ella siguió negándose. Y ninguno de los tres jóvenes dio un paso adelante cuando la noticia del embarazo de Katrine se extendió por el campamento. Lo cual no tenía nada de sorprendente.

Cuando nació la niña, la abuela la tomó en sus brazos y se la ofreció cariñosamente a Katrine. Esta la miró, esperando sentir la misma repulsión que había sentido la primera vez. Pero no fue así. En cuanto cogió a la pequeña en brazos y la apretó contra su pecho, se sintió invadida por una sensación de calor y ternura. No sentía nada de la exasperación e irritación que había experimentado tras el nacimiento de su primera hija. Aunque se podría decir que la situación era más desesperada que la vez anterior, no había resentimiento. Ninguno de los hombres se había presentado para ayudarla; pero allí había alguien completamente indefenso, que necesitaba más ayuda que ella.

Su actitud para con su segunda hija fue totalmente diferente. No había explicación lógica para esta transformación, pero no cabía duda de que Katrine había experimentado un cambio fundamental. Crió a la niña con dedicación y a conciencia. Sólo la dejaba con su madre para poder reanudar su tarea de recolectar comida en el bosque. Incluso empezó a sentir más apego por su primera hija. En lugar de verla como una piedra de molino atada a su cuello, una carga y una molestia, empezó a sentirse mucho más protectora también con ella. No existía ningún motivo evidente para este brusco cambio en Katrine, pero dio buenos resultados. A su padre y a su hermano no les importaba la carga adicional de una boca más que alimentar, ahora que Katrine volvía a trabajar en el bosque. Cuando llegó el siguiente verano y ellos volvieron a subir a las montañas, Katrine incluso deseó poder acompañarlos a las altas laderas. Esto habría sido inconcebible el año anterior, cuando no mostraba ningún interés por ayudar a nadie más que a sí misma. Pero era demasiado pronto para eso. Su niña todavía estaba tomando el pecho y necesitaba ser alimentada cada cuatro horas.

Mientras su padre y su hermano estaban en las montañas, algo muy extraño sucedió en el campamento base, en el bosque de pinos bajo la línea de nieve. Era una noche oscura y sin luna. Katrine y su madre estaban sentadas cerca del fuego. Las dos niñas estaban dormidas: la mayor, con la cabeza apoyada en el regazo de su madre, y la pequeña a su lado, sobre el mullido suelo. Cuando Katrine estaba a punto de acostarse también, le pareció ver algo que se movía en el bosque, a unos diez metros de distancia, al otro lado del fuego. Los bosques seguían siendo lugares peligrosos, con linces, lobos y osos activos durante la noche. Miró con atención hacia el bosque, pero no vio nada y se dispuso a dormir.

La noche siguiente volvió a ocurrir lo mismo. Llamó a su madre, pero esta tampoco vio nada; sus ojos ya no eran tan agudos como antes. La cosa se movió de nuevo. No cabía duda de que allí había algo. Katrine forzó la vista y cambió de posición para ver al otro lado de las llamas. Ahora podría verlo mejor si se volvía a mover. Pero allí no se veía nada. Katrine se apartó unos diez metros del fuego para que

sus ojos se acostumbraran a la oscuridad. Al cabo de unos minutos, le pareció distinguir una forma gris clara entre las rocas. La cosa se movió de nuevo. Muy poco, pero se movió. Katrine forzó más la vista. Allí, con las zarpas estiradas y completamente inmóvil, había un lobo adulto. Katrine dejó escapar un chillido penetrante. Con un rápido movimiento, el lobo desapareció. Katrine volvió corriendo a la seguridad del fuego. Para entonces, todos se habían despertado, temiéndose un ataque desde las tinieblas. Katrine los tranquilizó y luego les dijo lo que había visto. Era muy poco corriente ver un lobo tan cerca de un campamento humano. Los lobos eran muy abundantes por aquella zona; se hacían notar por los aullidos que resonaban en los oscuros valles. De vez en cuando, notabas que te iban siguiendo, y al volverte veías sus formas de patas largas remoloneando a lo lejos. No se retiraban, sino que te devolvían la mirada, como diciendo «ten cuidado». Pero en realidad, era muy raro que atacaran a los humanos, y mucho menos a un grupo de humanos, y nunca cerca de una hoguera. Todo el mundo opinó que Katrine se había quedado adormilada y lo había soñado.

Cambiaron de parecer a la noche siguiente, cuando el lobo volvió a dejarse ver, sentado inmóvil sobre un parche de hierba delante de los mismos peñascos. Estaba solo, o al menos eso les pareció a todos. Uno de los hombres se acercó despacio a él. El lobo permaneció donde estaba hasta que el hombre estuvo a unos veinte metros; entonces se levantó y se alejó trotando hacia la oscuridad. ¿Qué quería aquel animal? Era evidente que no pretendía atacarlos, pero ¿qué motivos podía tener para sentarse allí y quedarse mirándolos? A la noche siguiente, se repitió la misma actuación.

Para entonces, el padre y el hermano de Katrine habían regresado de su cacería, cada uno con una gamuza a la espalda. Los animales fueron rápidamente despedazados, y al poco rato había en el fuego un largo espetón con una docena de trozos de carne de venado asándose sobre las llamas. Nadie lo vio llegar, pero el lobo había vuelto. El padre de Katrine cogió un trozo de carne cruda y, empuñando una lanza en la otra mano, echó a andar despacio hacia el animal. Este movió la cabeza de un lado a otro, como si estuviera intentando de-

cidir si huir o no. A veinte metros del animal, el padre de Katrine bajó la lanza y se agachó. Avanzó lentamente, hablando con suavidad al mismo tiempo, hasta que estuvo sólo a unos seis metros de distancia. A cada paso que daba, el lobo se ponía más inquieto, pero aun así no huyó. Con suavidad, sin hacer ningún movimiento brusco, el padre de Katrine arrojó la carne a un lado del lobo y, sin volverse, empezó a retroceder despacio. Cuando ya casi había llegado a la hoguera, el lobo se incorporó, se acercó a la carne, la olfateó, la cogió con los dientes y se alejó trotando.

Los humanos se miraron unos a otros durante unos segundos, asombrados y en silencio, y después empezaron a hablar todos a la vez. Uno de los hombres había oído contar un suceso similar que había ocurrido muchos años atrás en un campamento de las montañas del este, pero nunca se lo había creído. No parecía haber explicación para la conducta del lobo. Las noches siguientes, el animal volvió al mismo sitio y cogió la comida que le arrojaban. Después empezó a aparecer también de día, siguiendo a los cazadores cuando estos salían hacia las montañas. A medida que pasaban las semanas, se iba volviendo cada vez más manso y acercándose más al fuego, hasta que acabó cogiendo la carne de la mano, al principio con recelo. Por fin, una noche no apareció. La horda se sintió decepcionada. Habían acabado acostumbrándose a su extraño acompañante. Pero al cabo de algún tiempo se olvidaron de él y continuaron con su rutina normal.

Unas seis semanas más tarde, el padre y el hermano de Katrine regresaban de otra provechosa cacería cuando sintieron que los iban siguiendo. Se volvieron y allí, inmóvil en el sendero, estaba el lobo. Junto a él había dos cachorros. De modo que no era «él», sino «ella». La loba y sus cachorros los siguieron hasta el campamento y se instalaron cerca del punto de siempre. ¿Era aquel el motivo de sus visitas al campamento? ¿Consideraba que de aquel modo podía librarse de los rigores de cazar para sus cachorros? Desde luego, aceptaba la comida; y cuando los cachorros estuvieron lo bastante crecidos para comer carne, los alimentaba directamente con trozos de lo que le daban. Durante las semanas siguientes, la loba se convirtió en su

acompañante habitual, y sus cachorros jugaban con los niños en el bosque. Cuando llegó el momento de trasladar el campamento a un terreno más bajo, la loba no parecía dispuesta a seguirlos a la llanura, pero sí que parecía querer que sus cachorros fueran con los humanos. Los apartaba de su lado y los empujaba hacia el campamento mientras los humanos lo desmontaban. Katrine comprendió lo que quería. Se agachó, recogió a los dos cachorros y se los llevó.

Durante aquel invierno en las llanuras, los cachorros de lobo crecieron con rapidez gracias a las sobras que les echaban. Seguían a los cazadores a todas partes e incluso participaban en la caza, abatiendo a los corzos o jabalíes heridos por las lanzas. Desde luego, se ganaban su parte del botín. Las otras hordas con las que se encontraban en la llanura no daban crédito a sus ojos cuando veían a los lobos en el campamento. Así que los viejos cuentos eran verdad. Los lobos se quedaron con la horda aquel invierno, ayudando a rastrear la caza y estableciendo lazos aún más estrechos con Katrine y su familia. El verano siguiente, cuando la horda volvió a subir a las montañas, los cachorros, ya crecidos del todo, se pusieron cada vez más inquietos y a veces se marchaban del campamento después de anochecer y no volvían hasta el día siguiente. Estaban divididos entre su nueva vida con los humanos, una vida segura con un suministro constante de comida, y la llamada de la manada, cuyos persistentes aullidos resonaban por todos los valles. Un día no regresaron.

Katrine y su horda nunca olvidaron su encuentro con la loba y sus cachorros. Los mismos extraños encuentros entre lobos y humanos se repitieron muchas veces. En ocasiones, los cachorros se quedaban con las hordas hasta el año siguiente. Poco a poco, llegaron a depender de los humanos y fueron perdiendo sus instintos salvajes, convirtiéndose en los primeros animales que aceptaron una vida domesticada. Se transformaron en perros. Hace ocho mil años, los perros se habían convertido en compañeros indispensables de los cazadores que recorrían Europa después del último Período Glacial. Algunos llegaron a ser tan apreciados que se los enterró ceremonialmente con sus amos.

El clan de Katrine prosperó en el norte de Italia y más allá de los

Alpes. Diez mil años después de que ella viviera, uno de sus muchos descendientes murió cruzando los Alpes. Lo conocemos como el Hombre de los Hielos. En la actualidad, el seis por ciento de los europeos nativos pertenece al clan de Katrine. Sigue siendo abundante en la zona mediterránea, pero, como los demás clanes, ahora tiene miembros en toda Europa.

21

Jasmine

En comparación con las penalidades e incertidumbres de las vidas de las seis primeras mujeres que hemos conocido, Jasmine vivió una vida mucho más fácil. Para empezar, vivía en un asentamiento permanente, una de las primeras aldeas. Pero ni forzando mucho la imaginación se podía decir que su vivienda era lujosa. Vivía en una cabana circular, parcialmente excavada en el suelo, con estacas de madera que sostenían un techo de cañas y paja. Estas chozas eran pequeñas y apretadas; pero eran un hogar. La aldea tenía una población de unas trescientas personas, mucho mayor que las de los campamentos temporales de cazadores que sirvieron de hogar a las otras seis mujeres. Se encontraba aproximadamente a un kilómetro y medio del río Éufrates, en la actual Siria. El Eufrates recibía la lluvia y la nieve fundida de las montañas de Anatolia, situadas al norte, y la llevaba a través de extensas praderas hasta su confluencia con el río Tigris, camino del golfo Pérsico.

El Gran Período Glacial había terminado. Los casquetes de hielo y los glaciares se habían ido derritiendo con rapidez durante los últimos cuatro mil años, mientras las temperaturas globales ascendían erráticamente hasta sus niveles actuales. El agua que había estado atrapada en aquellos grandes depósitos de hielo fluía ahora hacia las cuencas oceánicas, de modo que el nivel de los mares iba subiendo en todo el planeta. La llanura baja que se extendía entre Arabia e Irán se había inundado cuando el agua del mar penetró más allá del estrecho de Ormuz, formando el golfo Pérsico. La línea de costa del Adriá-

tico fue avanzando tierra adentro cada vez más, hasta llegar a su actual posición en la laguna de Venecia. El agua del mar había traspasado el Bosforo, llenando el mar Negro. Gran Bretaña e Irlanda empezaron a perder sus conexiones con el continente europeo y entre ellas, a medida que el agua iba llenado lo que ahora es el mar del Norte, el mar de Irlanda y el canal de la Mancha. Al otro lado del mundo, Australia y Nueva Guinea, que habían estado unidas formando la llamada Sahulandia, quedaron separadas cuando el estrecho de Torres se llenó de agua. Las planicies de Sundalandia, que habían unido Malasia, Sumatra, Java y Borneo en una única masa de tierra, estaban convertidas en fondo marino. El importantísimo puente de tierra que conectaba Asia con las Américas quedó por fin sumergido bajo las frías aguas del estrecho de Bering.

Todas estas tierras estaban habitadas y tuvieron que ser evacuadas a medida que subía el nivel del mar. Este no fue un proceso tan gradual como en otro tiempo se pensó, con avances imperceptibles que se medían en fracciones de milímetro al año. Ahora parece que el mar ascendió en una serie de etapas rápidas, de varios metros en pocas décadas, a medida que el agua quedaba súbitamente liberada de los casquetes de hielo continentales, que al derretirse se habían convertido en grandes lagos de agua dulce, con sus salidas al mar bloqueadas únicamente por lenguas de hielo. Una de estas lenguas cerraba la abertura de la actual bahía de Hudson, conteniendo un enorme lago interior que cubría la mayor parte de Canadá. Cuando por fin se rompió esta barrera de hielo y el agua se vertió en el océano, el nivel del mar subió de golpe medio metro en el mundo entero. En la actualidad, un ascenso de esta magnitud no sólo sumergiría millones de kilómetros cuadrados de tierras bajas, sino que inundaría muchas de nuestras ciudades costeras y de estuario. Si esta versión de los hechos es correcta, el repentino final del Período Glacial tuvo que resultar trágico para los habitantes de las llanuras costeras. Muchos de ellos morirían ahogados o verían cómo quedaba destruido su modo de vida. Los mitos de grandes inundaciones forman parte de muchas mitologías. Puede que esta sea la base en que se fundan.

La aldea de Jasmine se encontraba a salvo, por encima de las aguas invasoras del golfo Pérsico. Había crecido aprovechando otra migración estacional, no la de los bisontes y renos de la tundra, sino la de las gacelas persas. La aldea estaba situada cerca de la ruta de su migración anual de primavera, desde los tórridos desiertos de Arabia a las praderas de las colinas que rodeaban esta benévola tierra. La carne que proporcionaban se podía secar y duraba varios meses, pero no todo el año.

Jasmine recogía bellotas y pistachos en los bosques cercanos, pero su principal ocupación consistía en cuidar de lo que ella llamaba su parcela experimental. Desde hacía muchos años, cuando los hombres jóvenes seguían a las gacelas colinas arriba, se mantenían comiendo las semillas de las gramíneas silvestres que allí crecían. Aunque había que masticarlas mucho, para los jóvenes tenían una ventaja importantísima: a diferencia de las gacelas, no podían huir. El hombre de Jasmine no era buen cazador. Ella le conocía desde que eran niños y le había visto, sin poder contener la risa, tirando piedras a gacelas imaginarias. No daba ni una. Las únicas veces que acertaba en el blanco era cuando tiraba la piedra por debajo del brazo. «Nadie arroja la lanza por debajo del brazo», le gritaba su padre. Mejoró un poco al hacerse mayor, pero habría hecho falta un milagro para que pudiera matar una gacela. Jamás lo consiguió. Nunca había abatido ni una. Nadie podía saber, y tampoco Jasmine, que padecía una debilidad hereditaria en el hombro y nunca podría mejorar. Pero lo que a Jasmine le gustaba de él era su curiosidad, su inteligencia y su bondad. Tenía un carácter amable que a ella le resultaba atractivo, y aunque le preocupaba que nunca llegara a ser un proveedor extraordinario para su familia —Jasmine quería muchos hijos—, creía que de algún modo lograrían salir adelante.

Mientras Jasmine estaba criando a su primer hijo, él acompañó a los demás hombres a las colinas, en pos de las gacelas y los corderos salvajes. Se llevó su lanza, pero no se hacía ilusiones de matar nada; lo hacía sólo para dar la imagen. Su verdadera intención era recoger y llevar a la aldea la mayor cantidad posible de semillas de gramíneas silvestres. Se había llevado dos grandes sacos hechos

de piel de gacela cosida. Encontró una ladera en la que las gramíneas crecían muy densas y las espigas estaban ya maduras. Con una mano recogió un manojo de espigas, las arrimó a la boca del saco y las sacudió con fuerza. La mayor parte de las semillas se desprendió de las espigas y cayó al saco. Sólo tardó una hora en llenar los dos sacos, y regresó a la aldea mientras sus compañeros seguían intentando cazar la primera gacela.

Cuando llegó a su casa, lo primero que hizo fue desprender los pelos quebradizos que seguían unidos a las semillas. Lo hizo sin sacar el grano del saco, haciendo rodar una gran piedra por encima una y otra vez. Después vertió el contenido del saco al suelo. El viento se llevó los pelos y dejó un buen montón de semillas casi desprovistas de pelos. Las puso en remojo en agua durante unas horas y después le dio a Jasmine un puñado. No se puede decir que estuvieran deliciosas, pero no estaban mal, aunque las cascarillas se seguían pegando a los dientes. Probó a moler las semillas secas entre dos piedras, con lo que consiguió quitar al menos algunas de las cascarillas, que, como los pelos, se dispersaron al viento. Pero se reservó para el final su mejor alarde de ingenio.

Había dejado aparte unos cuantos puñados de semillas para ver si conseguía cultivarlas cerca de la aldea. Ya sabía que las semillas germinaban y producían nuevas plantas. Hacía años que la gente llevaba a la aldea bolsas de grano silvestre, aunque no en cantidades tan grandes, y él se había fijado en que las semillas caídas por casualidad en tierra húmeda no tardaban en producir un pequeño brote verde que con el tiempo se convertía en una nueva planta con su propia espiga. Pero ahora iba a intentar cultivar sistemáticamente las plantas silvestres. Con Jasmine a su lado, bajó hacia el río y encontró una parcela de tierra llana a pocos cientos de metros de la orilla. Estaba cubierta de hierbajos, y él les prendió fuego para despejar el terreno. Después empuñó un raspador de piedra y trazó una línea en el suelo. Puso en ella una hilera de semillas y las cubrió de tierra con el pie; ya sabía que los gorriones de la aldea se habían aficionado al grano. Sembró diez hileras, hasta agotar su reserva de semillas, y regresaron a la aldea.

Al día siguiente regresó a la parcela. Estaba exactamente como

la había dejado. Los siguientes días llovió, pero siguió sin ocurrir nada. Pero una semana después, Jasmine bajó con su hijo a la parcela y allí, esforzándose por salir de la tierra, había diez hileras de diminutos brotes. Volvió corriendo para decírselo a su hombre, pero este aún no había regresado de otra infructuosa expedición de caza. A partir de aquel día, Jasmine y su familia dedicaron todo el tiempo posible a la parcela. Despejaron más terreno y plantaron más semillas traídas de las colinas. Sembraron toda clase de plantas comestibles. Al trigo inicial se le unieron variedades silvestres de garbanzos y lentejas. Enseñaron su plantación a los demás habitantes de la aldea, que expresaron toda una gama de opiniones, desde las entusiastas hasta las claramente hostiles. Ellos no pretendían que sus plantas sustituyeran a las gacelas o al pistacho como dieta principal, pero sí que sirvieran de complemento para no tener que depender tanto de una única fuente de alimento. No se podía negar que el grano que crecía en la parcela era comestible. Si se molía entre piedras grandes y se separaban las cascarillas, la harina resultante quedaba mucho más sabrosa.

Jasmine y su hombre se habían fijado también en que algunas de las plantas producían semillas que permanecían adheridas a la espiga. Lo habían observado después de que un fuerte viento arrancara las semillas de casi todas las plantas, reduciendo gravemente la cosecha. Pero unas pocas plantas habían resistido el vapuleo. En aquellas plantas, las semillas estaban unidas al tallo por ligamentos mucho menos quebradizos. Se preguntaron si al sembrar aquellas semillas se obtendrían plantas similares. De modo que lo probaron, y dio resultado. Poco a poco, año tras año, fueron seleccionando las plantas con las semillas más firmes, los granos más gordos, los tallos más recios... y eligiendo sus semillas para sembrar. A los pocos años, el trigo de su parcela ya no era exactamente igual que las variedades silvestres. Había sido seleccionado artificialmente en función de las propiedades más deseables.

Para entonces, casi todos los escépticos de la aldea habían cambiado de parecer, sobre todo después del año en que la gacela no apareció. Otros entusiastas se habían dedicado a sembrar sus propias

parcelas utilizando semillas que les había dado Jasmine. Los visitantes de las aldeas vecinas habían quedado igualmente impresionados, y le pidieron a Jasmine que les dejara llevarse algunas semillas. La idea se difundió rápidamente por la región. A estas alturas, el hombre de Jasmine había renunciado por completo a fingir que iba de caza. Le había encontrado gusto a la vida sedentaria. Tenían cinco hijos, demasiados en su opinión, pero ¿qué podía hacer él? Jasmine seguía quedándose embarazada. Había concebido incluso antes de que su primer hijo quedase completamente destetado. Por lo menos, ahora había comida suficiente gracias a las parcelas cultivadas, que habían ampliado muchas veces desde que empezaron.

Oyeron decir que alguien de otra aldea, situada a seis días de viaje hacia el norte, había descubierto la manera de criar cabras salvajes. Al parecer, durante una cacería habían capturado dos cabritos y se los habían llevado para que hicieran compañía a los niños. Cuando crecieron demasiado para seguir jugando con ellos, en lugar de matarlos y comérselos, que había sido su intención original, los habían atado a una estaca de madera para impedir que escaparan y los habían dejado pastar toda la vegetación que estuviera a su alcance. Un año después, la hembra parió un cabrito. Ahora tenían una docena de cabras de diferentes edades. Cuando necesitaban carne, mataban una cabra. Era mucho más fácil que cazarlas. Estaba claro que la idea de criar tu propia comida iba cobrando fuerza.

Las cosas les iban muy bien a Jasmine y su familia. Tenían un gran sembrado junto al río y pidieron a algunas de las otras mujeres y niños de la aldea que les ayudaran, pagándoles con una parte del producto. Cada vez eran más las personas que adoptaban este nuevo modo de vida. Tenía muchos atractivos. Cualquiera podía dedicarse a ello: niños, madres con hijos, abuelas... Siempre había alguna tarea que hacer, ya fuera arrancar malas hierbas, regar o desbrozar una nueva parcela. Y no había que depender por completo de la cosecha, porque las bellotas y los pistachos seguían estando allí. Aún se podían cazar gacelas. Se trataba de una combinación perfecta.

Mientras Jasmine se sentaba a contemplar su campo, con el trigo listo para la cosecha, poco se imaginaba que ella y otras como ella

habían iniciado una revolución que iba a cambiar el mundo para siempre. Tan sólo una generación después, las aldeas de toda la región habían cambiado de modo de vida: de la caza y la recolección a la cría de cabras, ovejas y después vacas, y al cultivo de plantas hortícolas. La cría selectiva había transformado a los animales y plantas, desde su estado natural a otro más útil para los humanos, en un tiempo notablemente corto. Las ovejas tenían un pelo más largo y lanoso, que se podía hilar para hacer ropa. Las cabras proporcionaban un suministro regular de leche. El ganado vacuno, domesticado a partir de los feroces uros salvajes, se convirtió en un dócil proveedor de carne, leche y tracción.

Con la producción de alimentos y el paisaje mismo cada vez más controlados por los humanos, la población aumentó de manera imparable. Esto se debió en parte a la existencia de una fuente más consistente de nutrición, pero también a que los nuevos cereales, ricos en hidratos de carbono, suprimieron el bloqueo hormonal de la ovulación durante la lactancia, que había asegurado un largo espaciamiento entre un hijo y el siguiente. El aumento de población no resultó del todo beneficioso. Provocó hacinamientos y la aparición de epidemias de enfermedades infecciosas que antes no habían tenido ocasión de infectar a las dispersas hordas de cazadores-recolectores. La estrecha asociación de humanos y animales domésticos permitió que ciertos virus animales, inofensivos para sus huéspedes, se difundieran entre la población humana. El sarampión, la tuberculosis y la viruela se contagiaban del ganado vacuno; la gripe y la tos ferina, de los cerdos y patos domésticos. A juzgar por los signos de enfermedad que se han conservado en sus huesos, la salud de los primeros agricultores experimentó un fuerte declive, en comparación con la de sus antecesores cazadores-recolectores. Además, a medida que la gente iba abandonando la caza para depender exclusivamente de unos pocos cultivos y animales, se hizo vulnerable a las hambrunas cada vez que las plantas o los animales fallaban a causa de la sequía o de enfermedades. Pero aun así, la población seguía creciendo. Nada podía detener la expansión de la agricultura. Mil años después de Jasmine, la imparable economía agrícola había cruzado el mar Egeo desde Anatolia,

llegando a las llanuras de Tesalia, en el norte de Grecia. Dada la escasez de restos arqueológicos de cazadores-recolectores de esta época en la región, da la impresión de que esta parte de Europa no tenía habitantes humanos en aquel tiempo, hasta que se instalaron los agricultores. Pero en todo el resto de Europa, a los cazadores-recolectores les seguía yendo bien.

Al terminar el Gran Período Glacial, el borde sur de la tundra fue retrocediendo lentamente. La abundante caza le acompañó, seguida por los humanos. Los descendientes de Úrsula, Xenia, Helena, Velda, Tara y Katrine se desplazaron hacia el norte, reclamando la gran llanura europea. A sus espaldas, el clima más cálido favoreció el crecimiento de árboles, y el paisaje se llenó de densos bosques caducifolios, mientras en las colinas y montañas crecían pinos. Aunque no tan productivas como la tundra, estas tierras siguieron plenamente ocupadas por los humanos, que aprovechaban cada vez más recursos marinos —pescado y moluscos— para complementar la reducida caza.

Los viejos mapas describen la difusión de la agricultura mediante grandes flechas que se curvan sobre la superficie del globo con toda la intención de una campaña militar. Muestran a Europa abarcada en un movimiento de pinza a partir de la primera cabeza de puente establecida en la Grecia continental. Por el flanco sur, los insurgentes se extienden por vía marítima a lo largo de las costas del Adriático y el Mediterráneo, hasta llegar a Portugal. Mientras tanto, el avance masivo hacia el norte de Europa estuvo orquestado desde los Balcanes: legiones de agricultores llegaron desde Hungría y ocuparon el continente, desde Bélgica y Francia por el oeste hasta Ucrania por el este. ¿Qué esperanzas podían tener los antiguos residentes ante esta masiva embestida? Pero lo cierto es que no hubo tal embestida masiva. El cuidadoso análisis de la arqueología de los primeros asentamientos agrícolas ha permitido, efectivamente, reconstruir la dirección y cronología de la expansión de la agricultura. Dichos asentamientos se reconocen con bastante facilidad: los signos más evidentes son la presencia de cerámica e instrumentos agrícolas, así como los contornos de chozas en el suelo. Pero, como hemos visto en la his-

toria de Jasmine, la principal particularidad de la agricultura es que puede difundirse rápidamente de boca en boca y mediante unas pocas semillas y animales. Se trata de una idea. Puede propagarse. No hay por qué seguir pensando que la expansión de la agricultura adoptó la forma de una invasión a gran escala.

Investigaciones arqueológicas recientes han demostrado que la gente adoptó la agricultura con mayor o menor rapidez, según los lugares. Los habitantes de Dinamarca, por ejemplo, que disponían de productos marinos en abundancia suficiente para mantener una población sedentaria y prolífica, no adoptaron la agricultura a gran escala hasta más de mil años después de que lo hicieran sus vecinos, a sólo unos cientos de kilómetros más al sur. En otros lugares, como Portugal, aparecieron asentamientos agrícolas no muy lejos de las poblaciones de cazadores-recolectores que subsistían cómodamente con los ricos recursos marinos del estuario del Tajo. Esto parece indicar una nueva inyección de población, probablemente en pequeña cantidad, que trajo el conocimiento de la agricultura a nuevas tierras por vía marítima.

La nueva evidencia que este libro presenta sobre Europa apoya con fuerza la hipótesis de que nuestras raíces genéticas están firmemente plantadas en el Paleolítico Superior. Seis de las siete mujeres que fueron nuestras madres ancestrales y de cuyas vidas hemos imaginado retazos formaban parte de aquella población residente. Conocían su territorio palmo a palmo. Tenían buenos contactos con otras comunidades. Comerciaban con materias primas y artículos fabricados. Eran oportunistas. Si encontraban ventajas a la agricultura, la adoptaban. Sólo hacía falta que alguien les enseñara; y entre sus tutores figuraron los descendientes de Jasmine. El mero hecho de que sus descendientes sigan viviendo en Europa es buena prueba del sustancial aporte genético del Oriente Medio. Sustancial, pero no abrumador. Al clan de Jasmine pertenece menos de una quinta parte de los europeos modernos. El resto de nosotros, con sólo unas pocas excepciones, tiene raíces más antiguas en Europa. En algún período del pasado, nuestros antepasados abandonaron la caza y el forrajeo para adoptar la economía agrícola. En tiempos más recientes, algunos de

los descendientes de aquellos antepasados abandonaron la tierra por una vida urbana, sostenida por la era de las máquinas. Esta fue otra de las transformaciones que tienen lugar cuando la gente toma decisiones individuales con objeto de mejorar su vida.

En la actualidad, casi el 17 por ciento de los europeos nativos que hemos analizado pertenece al clan de Jasmine. A diferencia de los otros seis clanes, los descendientes de Jasmine no se encuentran uniformemente distribuidos por toda Europa. Una rama diferenciada sigue la costa mediterránea hasta España y Portugal, desde donde se extendió al oeste de Gran Bretaña, siendo particularmente abundante en Cornualles, Gales y el oeste de Escocia. La otra rama señala la ruta seguida a través de Europa central por los agricultores que cultivaron primero los fértiles valles fluviales y después las llanuras del norte de Europa. Ambas ramas siguen viviendo en nuestros días cerca de las rutas seguidas por sus antepasados agricultores, en su avance gradual desde el Oriente Medio al interior de Europa.

22

El mundo

Las vidas imaginarias de estas siete mujeres plantean muchas preguntas. ¿Fueron las únicas mujeres que había entonces en su zona? Ya hemos visto claramente que no. Vivieron y murieron entre otras muchas mujeres. Úrsula, por ejemplo, la más antigua de nuestras madres ancestrales, tenía muchas contemporáneas. Pero ella es la única con la que una proporción sustancial de los europeos modernos —aproximadamente un 11 por ciento— está conectada por vía materna directa. Las líneas maternas de sus contemporáneas no han llegado hasta nuestros días. En algún momento, entre sus tiempos y los nuestros, se fueron extinguiendo, porque las mujeres no tuvieron descendencia o porque tuvieron sólo hijos varones. Es muy probable que algunos de sus genes cromosómicos, que se pueden intercambiar entre los sexos en cada generación, hayan llegado hasta nosotros. Pero habrán llegado por una ruta tortuosa, imposible de reconstruir. Muchos de los contemporáneos de Xenia, aunque no la propia Xenia, debían de ser descendientes por vía materna de Úrsula. De manera similar, Helena, Velda, Tara y Katrine tuvieron que convivir con miembros de los clanes más antiguos. Y cuando los descendientes de Jasmine llegaron de Oriente Medio junto a otros pioneros agrícolas, transmitieron sus conocimientos a los descendientes de las otras seis mujeres.

Otra pregunta razonable que se plantea con frecuencia es si aquellas mujeres tuvieron algo especial, algo que las distinguiera de las demás mujeres de su época. La triste respuesta es que no. Aparte de

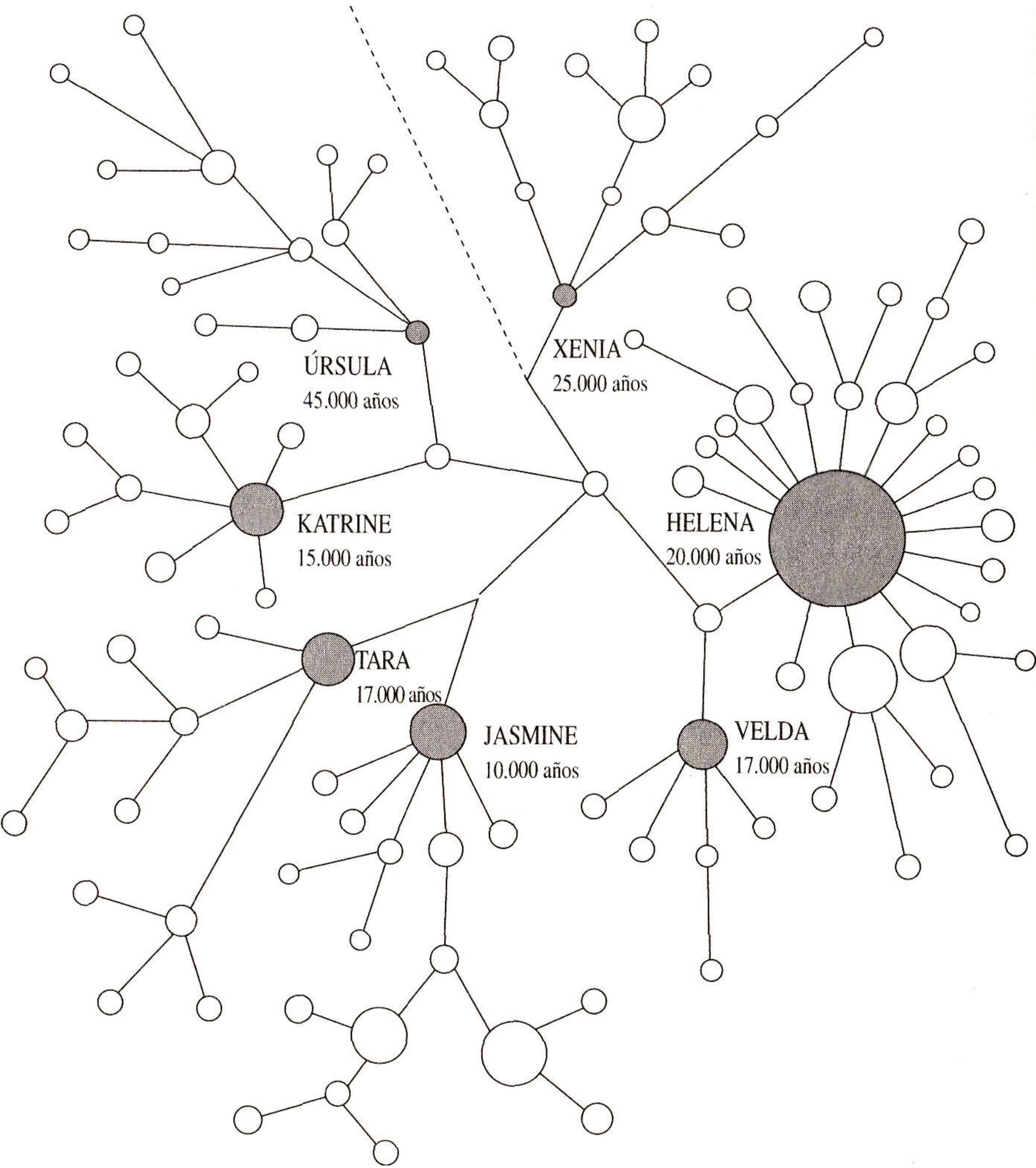

XENIA
25.000 años
ÚRSULA
45.000 años
KATRINE
15.000 años
HELENA
20.000 años
TARA
17.000 años
JASMINE
10.000 años
VELDA
17.000 años

Figura 6

la condición necesaria de que cada una tuvo que tener por lo menos dos hijas que sobrevivieran, probablemente ninguna de ellas tenía nada de particular. No fueron reinas ni emperatrices; no existían semejantes títulos. No se sabe si fueron especialmente bellas o heroicas. A todos los efectos, fueron vulgares. Sus vidas fueron muy diferentes de las nuestras, pero en su época y entre su gente no tuvieron nada de excepcional. No tenían ni idea de que se iban a convertir en madres de clan y aparecer en este libro; cualquier mujer actual que tenga dos hijas tiene posibilidades de convertirse en fundadora de un clan que, si este libro se reescribe dentro de cincuenta mil años, podría aparecer destacado en portada. Para entonces, algunos de los siete clanes pueden haberse extinguido, siendo reemplazados por otros, cuyas fundadoras viven actualmente en alguna parte.

Pero tal vez la cuestión más intrigante sea la de los antepasados personales de las siete mujeres. Y lo asombroso es que también hemos conseguido descubrir la genealogía de estas siete mujeres. Podemos remontarnos desde la actualidad para reconstruir las secuencias de ADN mitocondrial de las siete madres de clan, y después deducir las relaciones ancestrales entre ellas. He reconstruido estas conexiones en la Figura 6. Cada círculo representa una secuencia concreta de ADN mitocondrial, y el área de cada círculo es proporcional al número de personas que comparte esa frecuencia. Las líneas que conectan los círculos representan mutaciones en el ADN mitocondrial, y cuanto más larga sea la línea entre dos círculos, más mutaciones separan las secuencias que estos representan. La figura describe las relaciones exactas, hasta donde podemos saber, entre las diferentes secuencias que se han encontrado en la Europa actual. Cada una de las rutas es un linaje materno, rastreado por el ADN. No sólo podemos ver las relaciones entre secuencias dentro de un mismo clan; también podemos deducir las relaciones entre clanes. Los clanes de Helena y Velda están emparentados; tienen una antepasada común, representada por el círculo pequeño que indica dónde se escindieron los linajes de cada clan. También Jasmine y Tara tuvieron una antepasada común; y otro tanto se puede decir de Úrsula y Katrine. Con la posible excepción de la antepasada de Helena y Velda, estos ances-

tros comunes vivieron mucho antes de que los humanos modernos llegaran a Europa, probablemente en Oriente Medio. Hacia el centro de la figura está la antepasada común de todos los europeos, en el punto en que la rama de Xenia se separa del resto. A través de esta mujer, la totalidad de Europa está conectada al resto del mundo. Esta conexión está indicada por la línea de puntos. Y dado que Europa no tiene nada fundamental que la haga especial, podemos construir una genealogía materna mucho más amplia, que abarque todo el globo.

Aunque la mayor parte de este libro trata de Europa, lo que he descrito aquí se puede hacer en cualquier parte del mundo. Durante los diez últimos años, se han emprendido activos programas de investigación que han analizado y publicado secuencias de ADN mitocondrial de varios miles de personas de todos los rincones del planeta. Hemos sometido todas estas secuencias al mismo proceso que utilizamos para descubrir a las siete hijas de Eva. El resultado final de este análisis es que hemos descubierto otros veintiséis clanes de importancia equivalente en el resto del mundo. De algunos de ellos sabemos mucho; de otros, muy poco. Aun así, a todos les he puesto nombre. Sin duda, la imagen cambiará en los próximos años, a medida que se tomen muestras de ADN de personas procedentes de regiones aún no estudiadas. Pero ya sabemos lo suficiente para hacernos una buena idea y para empezar a interpretar su significado.

De los treinta y tres clanes que hemos identificado en todo el mundo, trece proceden de África. Mucha gente ha salido de África durante los mil últimos años, muchos de ellos llevados a la fuerza como esclavos a las Américas o a Europa. Pero sus raíces genéticas recientes están claramente en África. Aunque África sólo contiene el 13 por ciento de la población mundial, allí se originó el 40 por ciento de los clanes maternales. La razón es que el *Homo sapiens* ha estado en África desde hace mucho más tiempo que en ningún otro sitio. La arqueología apoya esta afirmación, el estudio de los fósiles humanos la apoya, y ahora la apoya también la genética. Ha habido mucho tiempo para que se acumulen mutaciones en África. Esto significa que ha habido tiempo para que se formen nuevos clanes, para que se diferencien y para que se puedan distinguir unos de otros. Al-

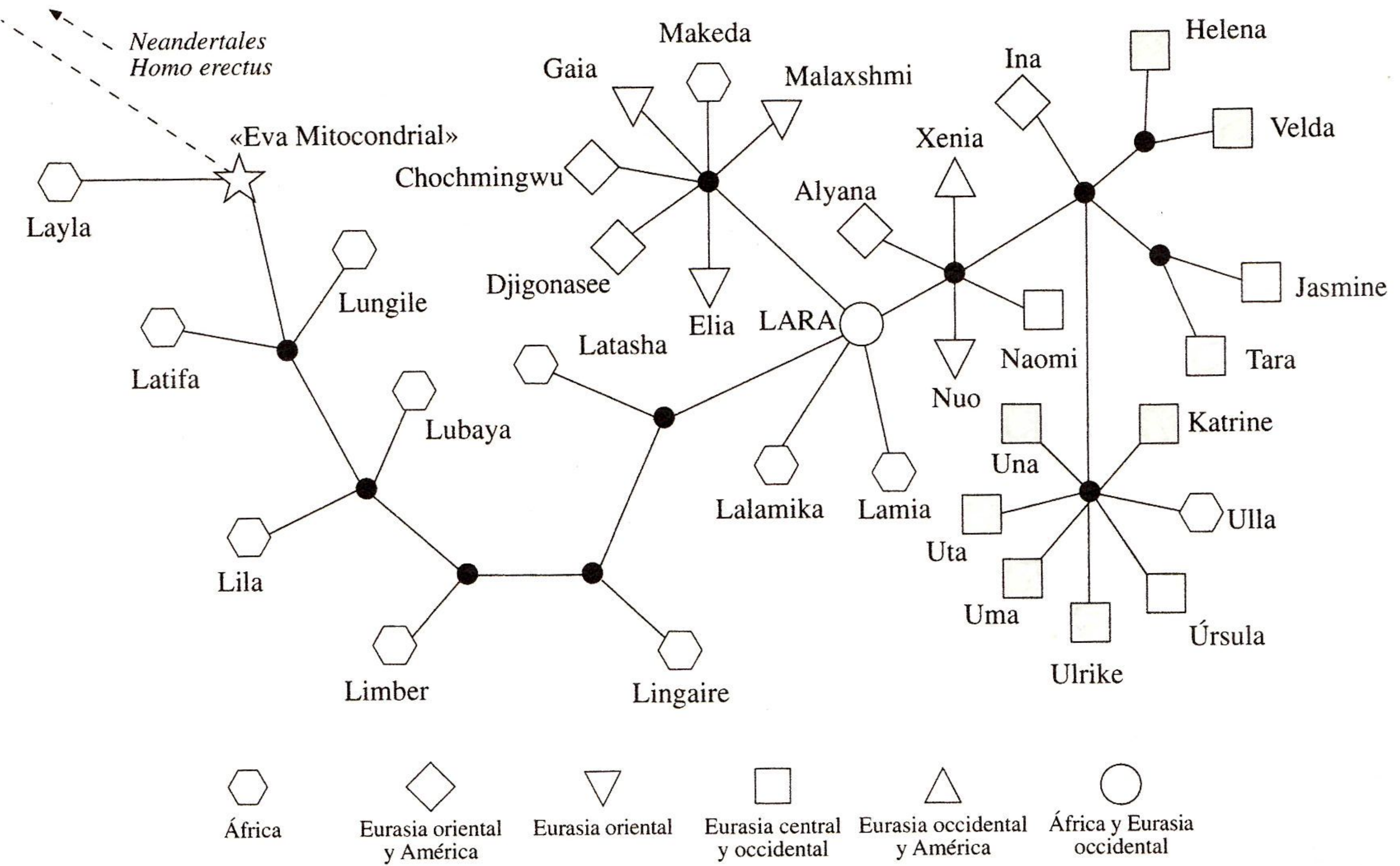


Figura 7

CLANES DEL MUNDO Y DÓNDE SE ENCUENTRAN

gunos clanes son más frecuentes que otros en algunas partes del continente, pero no existe una relación específica entre clanes genéticos y estructuras tribales. Esto es un reflejo de la gran antigüedad de las raíces genéticas, que son más de cien mil años anteriores a la formación de clasificaciones tribales y de otro tipo.

Increíblemente, aunque los clanes africanos son sin duda los más antiguos del mundo, aún podemos reconstruir las relaciones genéticas entre ellos. Al hacer esto, estamos sondeando hasta los antepasados de los antepasados. Por fin, mi sueño de construir una genealogía materna completa de toda la humanidad se iba haciendo realidad. Uno a uno, los clanes convergen hasta que sólo queda una antepasada, la madre de toda África y del resto del mundo. Ya se había especulado con su existencia en el artículo original sobre ADN mitocondrial y evolución humana de 1987. Inmediatamente se la llamó «Eva Mitocondrial», un nombre no muy convincente para una africana. Ella es la raíz de todos los linajes maternos de los seis mil millones de habitantes del mundo. Todos somos descendientes directos suyos por vía materna. Pero, así como Úrsula y las demás no fueron las únicas mujeres de su época, tampoco Eva lo fue. Los cálculos del tamaño de la población humana hace 150.000 años no pueden ser más que especulativos, pero es posible que fuera del orden de mil o dos mil individuos. De estos, sólo el linaje materno de Eva ha sobrevivido sin interrupción hasta la actualidad. Los demás se extinguieron. Pero también ellos, como Eva, tuvieron antepasadas por vía materna; así pues, hay otra mujer aún más antigua, que fue la madre ancestral de Eva y sus contemporáneos. Tampoco ella estaría sola, y es lógicamente inevitable pensar en otra madre ancestral. Se puede continuar con esta línea de pensamiento, pero cada vez tiene menos sentido, a medida que nos remontamos millones de años en el pasado, hasta los orígenes mismos de nuestra especie y de las especies de las que evolucionó la nuestra. La línea de puntos de la Figura 7 indica esta genealogía, cada vez más antigua, que conecta nuestra especie, *Homo sapiens,* con los otros humanos extinguidos, los neandertales y el *Homo erectus,* hasta llegar por fin al antepasado común de los humanos y de los demás primates.

Para nuestros propósitos, sólo es preciso que nos remontemos en el tiempo hasta la Eva Mitocondrial. La genética nos dice claramente que los humanos modernos tuvieron su origen en África hace menos de 150.000 años. En algún momento, hace unos cien mil años, los humanos modernos empezaron a extenderse fuera de África, iniciando la colonización del resto del mundo. Por increíble que parezca, las reconstrucciones genéticas nos dicen que en esta colonización del resto del mundo sólo participó uno de los trece clanes africanos. No pudo ser un movimiento masivo de población. Si se hubieran desplazado cientos o miles de personas, se habrían encontrado varios clanes africanos en el fondo génico del resto del mundo. Pero no ha sido así. Sólo participó un clan, al que yo he llamado el clan de Lara. Basándose en la evidencia del ADN mitocondrial, es teóricamente posible que sólo saliera de África una hembra humana moderna, una mujer, y que de esta mujer descendamos directamente, por vía materna, todos los habitantes del resto del mundo. A mí esto me parece muy improbable, ya que seguramente había contemporáneas suyas en su horda de recolectores. Pero el número de emigrantes debió de ser muy pequeño. Aquel no fue un éxodo masivo. La propia Lara no formaba parte del grupo. Probablemente, vivió en Kenia o Etiopía; desde luego, en África. Esto lo sabemos porque muchos africanos actuales son miembros de su clan. Así que tuvo que vivir toda su vida en África, sin ser consciente de su trascendencia mundial, y fueron sus descendientes los que emigraron. Aun así, resulta asombroso llegar a la conclusión de que todo el resto del mundo puede remontar su linaje materno directamente hasta Lara. Ella es la auténtica Eva Mitocondrial del resto del mundo.

Todas las evidencias señalan a Oriente Medio como punto de partida de la colonización del resto del mundo por los humanos modernos. Era la única ruta de salida de África, cruzando el Sinaí. La única posibilidad alternativa habría sido cruzar el estrecho de Gibraltar, a la entrada del Mediterráneo, entre el norte de África y España. El estrecho es un canal profundo, donde jamás hubo un puente de tierra, ni siquiera cuando el nivel del mar estaba más bajo. Aun así, en su parte más estrecha sólo mide quince kilómetros de anchu-

ra, y el Peñón de Gibraltar se divisa fácilmente desde la costa africana. Pero ni la arqueología ni la genética indican que se tomara esta ruta.

En Israel se han encontrado buenas evidencias fósiles de que el *Homo sapiens* había llegado a Oriente Medio hace por lo menos cien mil años. En este libro hemos seguido la titubeante expansión de nuestra especie hacia el norte y el oeste —es decir, hacia Europa—, que por fin tuvo éxito hace tan sólo cincuenta mil años. ¿Qué los retuvo en Oriente Medio durante los cincuenta mil años anteriores, por lo menos? Europa ya estaba habitada por neandertales, físicamente adaptados al frío y expertos en la mecánica de vivir de la caza de los grandes animales de la tundra. Para hacer algún avance, el *Homo sapiens* de Oriente Medio habría necesitado contar con alguna ventaja, por ligera que fuese, sobre los neandertales. Durante el largo período pasado en Oriente Medio debieron de producirse los lentos progresos en la tecnología y, sobre todo, en las interacciones sociales, que con el tiempo le permitieron establecerse de manera permanente en Europa.

Probablemente, la colonización del norte de Asia se retrasó por las mismas razones. Aquella también era una tierra donde predominaba la estepa y la tundra, que se extienden en una franja ininterrumpida desde Ucrania por el oeste hasta las altas mesetas de Mongolia por el este. En Mongolia se han encontrado restos arqueológicos de hace treinta y cinco mil años, que dan testimonio de la llegada a estos fríos parajes de hordas de cazadores con sofisticadas puntas de sílex en sus flechas, aproximadamente en la misma época en que los humanos modernos empezaban a dominar las llanuras de Europa occidental. Sus vidas debieron de seguir pautas similares a las de los europeos primitivos que hemos descubierto hasta ahora, dominadas por las migraciones estacionales de los animales de la tundra y la lucha por sobrevivir a los implacables inviernos. Sabemos muy poco de la genética mitocondrial de esta vasta región, porque no se han tomado suficientes muestras, pero sí que sabemos lo suficiente para estar absolutamente seguros de que fue aquí desde donde se emprendió la colonización de las Américas.

Cuatro clanes mitocondriales dominan la genética de los nativos americanos. Los cuatro tienen evidentes lazos genéticos, fácilmente reconstruibles, con personas que viven actualmente en Siberia o en el norte-centro de Asia. Si fueron por tierra, su ruta a las Américas sólo pudo pasar por Alaska. Disponemos de suficiente información acerca de los cambios del nivel del mar en los últimos cien mil años para saber que hubo dos períodos en los que existió un puente de tierra continuo entre Siberia y Alaska. El primer puente se formó hace cincuenta mil años y duró unos doce mil años. El segundo coincidió con el último Gran Período Glacial, cuando la tierra estuvo por encima del nivel del mar desde hace veinticinco mil años hasta hace trece mil.

Hay una fuerte controversia acerca de cuándo se produjo la primera colonización de América. ¿Llegaron los primeros humanos por el primer puente de tierra o por el segundo? En América del Sur hay dos antiguos yacimientos arqueológicos que en el pasado se utilizaron en apoyo de la fecha más antigua. Uno es un refugio al aire libre en Pedro Furada (Brasil), famoso por sus pinturas rupestres. En la tierra, al pie de las rocas, se han encontrado escamas de pintura a niveles cuya datación indica una antigüedad de diecisiete mil años. Pero existe controversia acerca de si las escamas se desprendieron de la pared en aquella época o mucho más recientemente, penetrando hasta los niveles más bajos por la acción de lombrices u otros animales que perturbaran el suelo. El segundo yacimiento se encuentra en Monteverde (norte de Chile), donde se han encontrado fragmentos de madera, que posiblemente formaron parte de un refugio, en niveles a los que en un principio se les calculó una edad de treinta mil años, aunque este cálculo ha sido revisado hace poco por los arqueólogos que descubrieron los restos, que ahora les atribuyen una fecha posterior. Ni en Pedro Furada ni en Monteverde se han encontrado restos humanos, y un gran interrogante pende sobre la autenticidad de ambos lugares.

Posiblemente, la principal evidencia en contra de la fecha más antigua para la colonización de las Américas es que lo normal habría sido que, en una tierra repleta de caza y sin ocupantes humanos anteriores, se produjera una explosión demográfica que dejara abundan-

tes huellas por todas partes. Y no se puede decir que no se hayan buscado. Los arqueólogos americanos se han empleado a fondo, pero sin éxito. Sin embargo, existen abundantes evidencias de ocupación continua desde hace doce mil años, con cientos de restos repartidos por toda América, del Norte y del Sur.

La evidencia genética de los nativos americanos modernos también habla en favor del cruce más tardío. La acumulación de mutaciones en los nativos americanos de los cuatro clanes permite atribuirles a dichos clanes edades que encajan bien en los últimos trece mil años. Las reconstrucciones de las modernas pautas de Siberia y Mongolia indican claramente que los clanes ya estaban establecidos y diferenciados mucho antes de llegar a América. Lo mismo se puede decir del quinto y raro clan, el de Xenia, al que pertenece aproximadamente el uno por ciento de los nativos americanos. Como ya hemos visto, este clan tuvo su origen en la frontera de Europa y Asia.

La genética coincide bastante bien con la hipótesis del cruce tardío desde Siberia a Alaska occidental, justo cuando el Período Glacial iba remitiendo y el nivel del mar había empezado a subir de nuevo. Pero llegar a Alaska no significaba que ya estuviera todo hecho. Norteamérica estaba cubierta por dos enormes mantos de hielo. Uno envolvía las montañas Rocosas y las altas montañas del sur de Alaska; el otro cubría todo Canadá. En el apogeo del último Período Glacial, cuando el nivel del mar era lo bastante bajo para dejar al descubierto el puente de tierra desde Siberia, estos dos grandes mantos de hielo se fusionaron, cerrando el acceso al interior. Los primeros americanos se enfrentaban a un dilema. Si el clima era lo bastante frío para cruzar hasta Alaska por tierra, también era demasiado frío para traspasar los mantos de hielo del otro lado. Y al revés: si ya era lo bastante cálido para pasar a través de los mantos de hielo, para entonces el puente de tierra habría quedado sumergido. Tuvo que haber un período en el que los primeros americanos quedaron atrapados en el oeste de Alaska. Con el tiempo, los dos mantos de hielo se redujeron lo suficiente para dejar un estrecho corredor entre ellos. No era un valle lleno de verdor, sino un hostil pasadizo por el que los pioneros avanzaron poco a poco. Por fin, el corredor se abría a las fértiles ex-

tensiones de las Grandes Llanuras, rebosantes de caza. Tuvo que ser una visión maravillosa que alegró los ojos de aquellos primeros pioneros que habían recorrido con dificultades el corredor de hielo. A partir de allí, quedaba abierto el camino para la rápida colonización de todo el Norte y el Sur de América y, a juzgar por las dataciones de los abundantes yacimientos arqueológicos, esto se consiguió a velocidad récord, en sólo mil años.

La genética coincide bastante bien con esta versión... excepto en un detalle: que uno de los cuatro clanes, el clan de Ina, es prácticamente inexistente entre los habitantes modernos de Siberia y Alaska. Se encuentra en América del Sur y América Central, y sigue siendo abundante en los nativos americanos hasta la isla de Vancouver, en la costa del Pacífico, pero no más al norte. Lo más intrigante es que este clan es el mismo que aparece estrechamente asociado con la colonización de las islas de Polinesia desde el sudeste asiático. Como vimos en un capítulo anterior, las secuencias detalladas de los miembros polinesios y americanos de este extendido clan son lo bastante diferentes como para descartar una colonización por vía marítima de las Américas directamente desde Asia, atravesando el Pacífico vía Polinesia. Sin embargo, la curiosa ausencia de este clan en los actuales habitantes de Siberia y Alaska me hace pensar que tal vez estemos viendo aquí el eco genético de una segunda colonización por vía marítima, que siguió la costa asiática hacia el norte y después descendió por la costa del Pacífico de Norteamérica. El rápido ascenso del nivel del mar, que inundó gran parte del sudeste asiático, debió de representar un gran incentivo para encontrar nuevas tierras. ¿Es posible que la misma migración marítima cuyo resultado final fue la colonización de las remotas islas del Pacífico llevara también a una rama de este notable clan hacia el norte, en busca de nuevas tierras, en un viaje que los hizo pasar a través de aguas polares hasta llegar por fin a las tierras templadas de América Central? Menudo viaje tuvo que ser.

También hubo gentes del continente asiático que cruzaron el mar hasta Japón aproximadamente en la misma época en que otros llegaban por primera vez a América. Uno de los principales interrogantes

de la prehistoria japonesa es el grado en que la población moderna puede remontar sus raíces genéticas hasta aquellos primeros colonos jomon, que se cree que llegaron a Japón hace unos doce mil años, o a los mucho más posteriores yayoi y a migraciones llegadas de Corea mucho después, en los últimos dos mil quinientos años. Esta cuestión presenta similitudes con el debate sobre la composición del fondo génico de la Europa moderna y sobre si la mayoría de los europeos desciende de los cazadores-recolectores originales o de agricultores llegados de Oriente Medio en tiempos mucho más recientes. Hemos conseguido zanjar esta disputa gracias al ADN mitocondrial. ¿Se podría hacer lo mismo en Japón?

En Japón se ha hecho relativamente poco trabajo, pero hay señales esperanzadoras de que la genética podrá decidir la cuestión. Además de los japoneses de las islas centrales de Honsu, Shikoku y Kiushu, los antropólogos reconocen otros dos grupos étnicos contemporáneos: los ainos (ainu) de Hokkaido en el norte, y los nativos del archipiélago de Riukiu, que viven principalmente en la isla de Okinawa, al sur de las islas principales. Una teoría dice que los ainos y los nativos de Riukiu son descendientes de los colonizadores originales, los jomon, que ocuparon todo Japón y después fueron desplazados de las islas centrales, hacia Hokkaido por el norte y hacia Okinawa por el sur, por la llegada de los yayoi procedentes de Corea. Los pocos trabajos que se han llevado a cabo en Japón confirman en parte esta idea, demostrando que los japoneses modernos de las islas centrales tienen muchos más tipos mitocondriales en común con los coreanos modernos que los ainos y los riukiuanos. Sin embargo, también demuestran que los ainos y los riukiuanos no tienen muchos tipos en común entre ellos. Los cálculos de la edad mitocondrial, similares a los que nosotros hicimos para los principales grupos de Europa, indican que los ainos y los -riukiuanos han acumulado diferentes mutaciones en los últimos doce mil años, lo que parece indicar que ambos son descendientes de los jomon originales, pero también que desde entonces no han estado en estrecho contacto unos con otros.

Aunque la mayoría de los japoneses modernos vive en Honsu,

Shikoku y Kiushu, tienen muchas secuencias de ADN mitocondnal en común con los coreanos modernos y, por lo tanto, su linaje materno se puede remontar a los yayoi y las migraciones posteriores. Otros muchos japoneses son también descendientes por vía materna de los jomon, y sus parientes más próximos por vía materna están **entre** los ainos y los riukiuanos. Aunque la genética confirma sin lugar a dudas que el impacto de los colonizadores yayoi procedentes de Asia continental fue muy importante, mucho más que el de los agricultores de Oriente Medio en Europa, no fue completamente abrumador. Todavía queda mucho por hacer en Japón; pero no cabe duda de que el ADN mitocondnal demuestra que los japoneses modernos son una mezcla de jomon y yayoi, y una vez más queda demostrado que no es posible hacer una clasificación genéticamente pura en diferentes razas.

Los primeros que llegaron tanto a América como a Japón eran descendientes de las hordas de cazadores que se habían adaptado a sobrevivir en las duras condiciones de la tundra asiática. Era un mundo muy diferente del que habían conocido sus antepasados en Oriente Medio. Parece que el *Homo sapiens* necesitó pasar cincuenta mil años en Oriente Medio para aclimatarse, tanto en el sentido físico como en el organizativo, a estas condiciones extremas. Pero había otra posible salida de Oriente Medio para la que no era necesario adaptarse a la vida en la tundra y a una inexorable dieta de bisonte y reno. Dicha salida consistía en seguir las costas de Arabia, el golfo Pérsico y Pakistán, al sur de las grandes cordilleras de Asia central, para llegar a la India y al sudeste asiático. Esta ruta era mucho más cálida y sus condiciones mucho más semejantes a las de África que las de la heladora ruta del norte. Se podría haber seguido desde el primer momento, sin el largo interludio de adaptación al frío de las latitudes altas. ¿Hubo gente que siguió esta ruta del sur por el mar, miles de años antes de que sus parientes lejanos emigraran por fin a Europa y el norte de Asia? Por desgracia, no existen restos arqueológicos en tierra firme que apoyen la idea de una antigua migración por esta ruta del sur y, debido al ascenso del nivel del mar, los asentamientos costeros han quedado sumergidos. Pero hace poco se han encontrado

hachas de mano y lascas de obsidiana, un cristal volcánico, en una playa fósil aflorada a orillas del mar Rojo. Aunque no se han encontrado allí esqueletos humanos, por lo que no podemos estar seguros de que los ocupantes fueran anatómicamente similares al *Homo sapiens,* esta es una prueba directa de ocupación humana de lugares costeros en tiempos muy antiguos.

Fueran quienes fuesen los primeros descubridores de Australia, desde luego sabían viajar en embarcaciones. Incluso cuando el nivel del mar estaba más bajo, seguía siendo necesario un viaje de por lo menos cincuenta kilómetros por mar abierto para llegar a Australia. Pero ¿cuánto tiempo hace que llegaron? Igual que ocurrió con los yacimientos americanos más antiguos, la datación de los descubrimientos arqueológicos más antiguos de Australia ha sido muy controvertida. No obstante, a juzgar por un enterramiento datado recientemente en el sudeste de Australia, el *Homo sapiens* ya estaba allí hace por lo menos sesenta mil años. Aunque estas dataciones sólo sean aproximadas, significan que los humanos modernos llegaron a Australia miles de años antes de que comenzara la colonización de Europa y del norte de Asia.

Si la arqueología no es concluyente, ¿qué nos puede decir la genética? Por razones comprensibles, los aborígenes australianos se muestran muy reacios a participar en análisis genéticos, sobre todo si están orquestados por sus antiguos opresores. La consecuencia es que sólo se conocen unas pocas secuencias mitocondriales de aborígenes australianos. Las que se han publicado sólo indican una conexión remotísima con los cuatro clanes del norte de Asia que colonizaron América. Esto descarta la posibilidad de que los mismos cazadores que cruzaron Asia al norte del Himalaya y siguieron adelante para colonizar América se dirigieran también hacia el sur y fueran los primeros en llegar a Australia. De eso podemos estar seguros, y ello parece indicar que pudo haber un desplazamiento anterior de gentes procedentes de Oriente Medio a través del sur de Asia. Por desgracia, de momento sabemos tan poco sobre la genética mitocondrial de los aborígenes australianos que no estamos en condiciones de ser más concretos acerca de sus conexiones genéticas con gentes de otras

partes del sur de Asia. Por las pocas secuencias que se han publicado, se ve que Australia contiene probablemente varios clanes aún no identificados. Esto es señal de que la llegada ocurrió en tiempos muy antiguos, con tiempo de sobra para que se acumularan mutaciones. También es señal de una población relativamente pequeña que se ha mantenido constante durante miles de años. Lo cual concuerda con lo que sabemos de las áridas y hostiles condiciones que han persistido en este vasto continente, que habrían reducido al mínimo el crecimiento de la población.

Estoy seguro de que la genética podrá decirnos mucho sobre cuándo y cómo llegaron los primeros australianos. Estoy igualmente seguro de que esta historia pertenece a los aborígenes australianos y no a los nativos europeos como yo. Es su historia, no la mía. Aunque, desde luego, me encantaría que la compartieran con nosotros.

23

El sentido del yo

En el último capítulo me vi incurriendo en el tipo de lenguaje sobre la prehistoria humana que siempre trato de evitar. Es el lenguaje de la generalización, viciado por la intencionalidad implícita incluso en frases tan inocentes como «los primeros americanos» o «los primeros australianos». En ellas yace implícita la sugerencia de que hubo algún tipo de adhesión coherente a una política aceptada, casi como si hubieran leído los libros de texto: «Bien, muchachos, faltan sólo quince mil años para el siglo xx. Es hora de cruzar el estrecho de Bering. Y daos prisa, que el puente no va a durar para siempre.» Incluso los neandertales: «Lo siento, chicos. Ha llegado el momento de que nos extingamos y dejemos que se instalen los cromañones.» Esto es una absoluta tontería. No hubo planes. ¿Cómo podía haberlos? Nadie sabe lo que hay más allá del horizonte. Toda la antigua prehistoria humana se basó en decisiones de individuos o, como máximo, de pequeños grupos de no más de unas docenas de personas.

Se puede decir con fundamento «los romanos invadieron Gran Bretaña en el año 43 d.C». Eso significa algo. Un imperio militar bien organizado puede tomar decisiones y poner en marcha acciones a gran escala para cumplirlas. Pero esto requiere un grado de organización e intención mucho mayor que el que podía darse en nuestro pasado remoto. Es como si nuestro mundo actual de gobiernos, grandes empresas y comités nos hubiera cegado, impidiéndonos ver las posibilidades e importancia de las acciones individuales a pequeña

escala. He procurado resaltar este aspecto en las vidas imaginarias de las siete hijas. Aunque toda su existencia dependía por completo de elementos incontrolables de su entorno —los desplazamientos de las manadas, el avance y retirada de los mantos de hielo—, sus respuestas cotidianas eran cuestión de decisión personal dentro de las limitaciones. En esta visión de la evolución humana, las variables son los sucesos casuales e imprevisibles. Una embarcación se hunde. Una isla polinesia queda sin descubrir durante cien años más.

Me gusta este tipo de genética porque hace hincapié donde es debido: en los individuos y sus acciones. Esto resulta mucho más atractivo que la genética al viejo estilo, que estaba limitada por su metodología y obligaba a clasificar a la gente en categorías cada vez más absurdas y equívocas. Hasta que emprendí este trabajo, siempre pensaba en mis antepasados —si es que pensaba en ellos— como un difuso y amorfo conjunto de personas muertas, sin ninguna conexión sólida conmigo ni con el mundo moderno, y desde luego sin ninguna relevancia en cualquiera de los dos sentidos. Resultaba interesante leer lo que hacían «los cromañones» hace tantísimos años... pero aquello no tenía nada que ver conmigo. Pero en cuanto me di cuenta, gracias a la genética, de que una de mis antepasadas estuvo verdaderamente allí, participando, ya no me resultó simplemente interesante: era sobrecogedor. El ADN es el mensajero que ilumina esta conexión, transmitido de generación en generación, transportado literalmente en los cuerpos de mis antepasados. Cada mensaje da testimonio de un viaje a través del tiempo y el espacio, un viaje realizado por las largas líneas que parten de las madres ancestrales. Nunca conoceremos todos los detalles de estos viajes a través de miles de años y miles de kilómetros, pero al menos podemos imaginarlos.

Estoy en un escenario. Ante mí, en la penumbra, están alineadas todas las personas que han vivido, una fila tras otra, hasta perderse en la distancia. No hacen ningún sonido que yo pueda oír, pero están hablando entre ellas. Tengo en la mano el extremo del hilo que me conecta con mi madre ancestral, situada al fondo. Tiro del hilo y una mujer de cada generación siente el tirón y levanta la mirada hacia mí. Sus rostros destacan entre la multitud, iluminados por una extraña luz. Son mis

antepasadas. Reconozco a mi abuela en la primera fila, pero en las generaciones que hay detrás de ella los rostros me son desconocidos. Miro a lo largo de la línea. No todas las mujeres se parecen. Algunas son altas, otras bajas, unas son bellas y otras vulgares, unas parecen ricas y otras pobres. Quiero preguntarles una a una por sus vidas, sus esperanzas y sus decepciones, sus alegrías y sus sacrificios. Hablo, pero ellas no me oyen. Aun así, siento una fuerte conexión. Estas son todas mis madres, que se transmitieron este precioso mensajero de una a otra a lo largo de mil nacimientos, mil gritos, mil abrazos de mil recién nacidos. El hilo se transforma en un cordón umbilical.

Mil filas más atrás se ha puesto en pie la propia Tara, la madre ancestral de mi clan. Tira del cordón. Entre la gran muchedumbre, un millón de antepasados sienten el tirón en líneas que irradian desde ella. Siento el tirón en mi estómago. En el iluminado escenario de los vivos, miro a derecha e izquierda y compruebo que otros lo sienten también. Son las demás personas que pertenecen al clan de Tara. Nos miramos unos a otros y sentimos nuestra profunda conexión umbilical. Estoy mirando a mis hermanos y hermanas. Ahora soy consciente de quiénes son, siento que tenemos en común algo muy profundo. Me siento más próximo a estas personas que a las otras. Como mis antepasadas, son muy diferentes entre sí; pero, a diferencia de mis antepasadas, con ellas puedo hablar del tema.

Es frecuente que cuando dos personas descubren que pertenecen al mismo clan, experimenten esta sensación de conexión. Muy pocas lo pueden expresar con palabras, pero no cabe duda de que ocurre. Aunque el ADN es el instrumento que permite seguir las conexiones, no creo que tenga nada que ver directamente con la sensación. Parece inconcebible que los pocos genes contenidos en el genoma mitocondrial puedan influir directamente en sentimientos de este tipo. Desde luego, son genes importantes y, como vimos en un capítulo anterior, permiten a las células utilizar oxígeno. Sin disponer de pruebas, sería difícil argumentar que esta sensación emocional de experiencia compartida se debe puramente a similitudes en el metabolismo celular. Desde luego, el ADN es un objeto físico que se ha transmitido literalmente de generación en generación, pero su poder

es el de un emblema o un símbolo de la ascendencia común que revela, y no está en la química corporal que controla directamente.

Muchas personas experimentan una sensación de proximidad e intimidad con otras del mismo clan. Pero ¿sentirían lo mismo si las pruebas de ADN no hubieran revelado la conexión? Dos desconocidos entran en una sala llena de gente. Sus miradas se encuentran y se sienten instintivamente atraídos el uno al otro, pero no saben por qué. ¿Están actuando bajo la influencia del conocimiento subconsciente de una antigua conexión? Ningún investigador ha explorado todavía esta intrigante posibilidad, pero a medida que aumente el número de personas que averigüen a qué clan pertenecen, irán emergiendo sus reacciones hacia sus propios antepasados y hacia los demás.

¿Qué tenemos en común con los demás miembros de nuestro clan? Tenemos en común el mismo fragmento de ADN que se ha transmitido desde nuestras antiguas antepasadas maternas. Lo utilizamos constantemente. Las células de todos los tejidos están leyendo el mensaje que contiene y siguiendo sus instrucciones millones de veces por segundo. Cada átomo de oxígeno que introducimos en nuestros cuerpos al respirar tiene que ser procesado según la fórmula que hemos heredado de nuestras antepasadas. Esta es una conexión muy fundamental en sí misma. Pero la ruta por la que este gen llegó hasta nosotros desde aquellas antepasadas también tiene su importancia especial, ya que ha seguido el mismo recorrido que las conexiones madre-hija. Es un testigo vivo del ciclo de dolor, crianza y amor constante que se inicia cada vez que nace un niño. Sigue en silencio la misteriosa esencia de la feminidad a lo largo de mil generaciones. Esta es la potente magia que conecta a los miembros de un mismo clan.

No es una conexión que resulte obvia en un mundo en el que la historia familiar y la genealogía están dominadas por la herencia por vía masculina. Todos estamos familiarizados con los pergaminos iluminados que celebran los linajes de los ricos y poderosos. Sin excepción, siguen el flujo de títulos, tierras y riquezas de padre a hijo a través de las generaciones. Hasta los árboles genealógicos de las familias más modestas están construidos sobre un andamiaje de heren-

cia por vía paterna. La causa inmediata de este monopolio masculino sobre el pasado es, simplemente, que los registros escritos en los que se basa toda genealogía dependen principalmente del uso de apellidos. Siendo el apellido la única manera de entrar en los registros, no resulta sorprendente que lo que sale por el otro extremo sea un árbol familiar centrado en los hombres. Pero la causa última es la actitud patriarcal de la civilización occidental, la misma que encontrábamos en las primeras teorías de la herencia. La riqueza y la posición social eran las únicas cosas que se consideraba que valía la pena heredar, y se transmitían por la línea masculina.

La práctica habitual de que las mujeres adopten el apellido del marido al casarse, en lugar de conservar sus apellidos de solteras, hace muy difícil seguir un linaje materno, porque los apellidos de las mujeres cambian en cada generación. Pero el problema no se resolvería aunque conservasen sus apellidos de solteras, porque al fin y al cabo estos apellidos son los de otros hombres: los apellidos de sus padres, en vez de los de sus maridos. Con estos precedentes, no tiene nada de sorprendente que a muchas personas les caiga como una revelación enterarse de que existe un árbol genealógico materno, una imagen especular de la tradicional versión paterna. Yo, desde luego, nunca he visto uno dibujado.

La genética ayuda a reconstruir árboles maternos detallados, aun con los registros existentes, pero la mejor solución para las futuras generaciones de genealogistas sería crear una nueva clase de apellido. Todo el mundo heredaría el apellido de su madre. Las mujeres lo transmitirían a sus hijos. Sería, efectivamente, una imagen especular exacta del sistema actual, con sus apellidos heredados de los padres y que sólo los hombres transmiten a sus hijos. Entonces todos tendríamos tres nombres: el nombre de pila, un apellido paterno y otro apellido materno. El hombre transmitiría su apellido a sus hijos; la mujer transmitiría el matriapellido. Puesto que estos siguen una línea materna de herencia, estos apellidos se corresponderían fielmente con el ADN mitocondrial. Además, reflejarían las relaciones biológicas con más exactitud que los apellidos paternos, ya que raramente existen dudas acerca de la identidad de la madre de un niño. Con el tiem-

po, la gente reconocería a sus parientes ppr vía materna porque tendrían el mismo matriapellido, del mismo modo que ahora se reconoce a toda la familia paterna por el apellido común. Pero hasta que llegue ese momento, si es que llega, reconstruir los árboles genealógicos maternos a partir de los registros escritos seguirá siendo mucho más difícil que dibujar el árbol equivalente por vía paterna.

En el poco tiempo en el que he podido ayudar a la gente a reconectarse con sus antepasados o sus familiares por medio del ADN, he recibido muchas peticiones de individuos que habían intentado determinar las conexiones por medio de los registros y, por una u otra razón, no habían podido. Los registros en papel pueden ser destruidos por un incendio, devorados por termitas, borrados por los mohos, o simplemente perderse. El ADN es capaz de llenar los huecos creados por los registros perdidos. Esto ayuda a compensar la fragilidad inherente del papel y la pluma; pero hay muchas personas para las que la ausencia de registros escritos acerca de sus antepasados no es consecuencia de un accidente sino de una borradura deliberada. En estos casos, el ADN no sólo es un complemento útil de las técnicas tradicionales de la genealogía; se convierte en su única conexión física con el pasado.

Para Jendayi Serwah, establecer una conexión con su pasado era una misión de gran importancia personal. Es una señora de Bristol cuyos padres llegaron a Gran Bretaña desde Jamaica siendo adolescentes. Sus antepasados habían sido arrebatados de África y llevados como esclavos para trabajar en las plantaciones. Pero no existían registros de esto. Los únicos detalles que se anotaban en los barcos negreros eran las descripciones más básicas de su cargamento humano: cuántos hombres y cuántas mujeres se embarcaban, y cuántos sobrevivían al largo viaje por mar, eso era lo único que se apuntaba. Y cuando eran desembarcados y vendidos a los propietarios de las plantaciones, su individualidad se borraba deliberadamente. Se les imponían nombres europeos. No se llevaban registros de los nacimientos, matrimonios o muertes. Sus pasados como individuos quedaban intencionadamente anulados. Para Jendayi no es que hubiera sido difícil seguir la pista de sus antepasados en Jamaica más allá de

unas pocas generaciones; es que habría resultado completamente imposible. Por supuesto, sospechaba que sus ancestros lejanos procedían de África, pero no existían auténticas pruebas de ello, aparte del dato histórico general de que muchos cautivos de África occidental fueron vendidos a los propietarios de plantaciones del Caribe. Así pues, a nadie le sorprendió que, cuando analizamos su ADN, encontráramos en Jendayi una «firma» mitocondrial claramente africana. Pero cuando le expliqué el resultado y además le dije que habíamos encontrado una correspondencia casi exacta con un kikuyu de Kenia, el efecto que esto tuvo sobre ella fue impresionante. Se quedó literalmente sin habla. Ahí estaba por fin la prueba *individual* que durante tanto tiempo había buscado. Era como si el mismo ADN fuera un documento escrito de sus antepasados, y en cierto sentido lo era: un documento que se había transmitido de generación en generación desde la mujer que había padecido el terrible viaje desde África y sobrevivido a él. Un documento que no pudo ser borrado por los propietarios de las plantaciones mientras se transmitía sin ser visto ni leído a través de las generaciones. Y ahí seguía en Jendayi: una copia perfecta del original africano, conservada dentro de su propio cuerpo.

He visto otros muchos viajes asombrosos atestiguados por este notable fragmento de ADN. En Europa occidental, más del 95 por ciento de los europeos nativos encaja sin dificultades en uno de los siete clanes. Pero esto aún deja un gran número de personas cuyos linajes maternos cuentan una historia diferente. A diferencia de Jendayi, estas personas suelen ignorar por completo los exóticos viajes que han quedado registrados en su ADN. Por ejemplo, una profesora de escuela primaria de Edimburgo lleva la inconfundible firma del ADN mitocondrial polinesio, que yo puedo reconocer a un kilómetro de distancia. Esta mujer conoce bien la historia de su familia durante los últimos doscientos años, y no hay nada que dé una pista de cómo llegó a ella este exótico fragmento de ADN desde el otro extremo del mundo. Pero no cabe duda de que llegó. ¡Qué historias de los Mares del Sur podría contarnos! ¿Será nuestra profesora descendiente de una princesa tahitiana que se enamoró del atractivo capitán

de un barco? ¿O de una esclava capturada por los árabes en la costa de Madagascar? Otros muchos viajes, igualmente misteriosos, han quedado registrados en nuestro ADN: la secuencia coreana que aparece con cierta frecuencia entre pescadores noruegos y del norte de Escocia; el inconfundible ADN africano de un ganadero de Somerset, que tal vez sea un legado de las esclavas de los romanos en la cercana Bath; la secuencia de un librero de Manchester, tan peculiar que sólo se ha encontrado algo parecido entre los aborígenes australianos de Queensland.

Uno de los viajes genéticos más asombrosos implica una vuelta completa al globo. Dos pescadores de una pequeña isla de la costa oeste de Escocia poseen secuencias mitocondriales insólitas, y al principio yo pensé que podrían ser parientes cercanos uno de otro, aunque ellos no lo supieran. A medida que íbamos descubriendo más secuencias de diferentes partes de Europa y el resto del mundo, empezamos a encontrar secuencias muy similares a las de estos dos hombres: una en Portugal y otra en Finlandia. Seguían siendo secuencias poco comunes en Europa, no pertenecientes a ninguno de los siete clanes originales. La secuencia portuguesa era igual a varias encontradas en América del Sur, y la finlandesa coincidía con secuencias encontradas en Siberia, donde también encontramos la secuencia ancestral de los sudamericanos. Así pues, era cierto que los dos pescadores estaban emparentados... pero a través de una antepasada común de Siberia. Una línea de antepasadas maternas había viajado desde Siberia, siguiendo la costa del océano Ártico, hasta Escandinavia, y desde allí hasta el oeste de Escocia, tal vez a bordo de un barco vikingo. Otra línea había pasado a América cruzando el estrecho de Bering, y de ahí había bajado hasta Brasil. En algún momento, posiblemente después de que Brasil se convirtiera en una colonia portuguesa, una mujer portadora de este fragmento de ADN cruzó el Atlántico hasta Portugal, desde donde su linaje subió por la costa atlántica hasta el oeste de Escocia. Los dos recorridos habían terminado en la misma islita, después de viajar en direcciones opuestas desde el otro lado del mundo.

Estas historias y otras similares dejan en ridículo cualquier intento

de clasificación racial sobre una base biológica. Lo que he descrito aquí no es más que la punta del iceberg, el claro mensaje del gen más fácil de leer. Otras decenas de miles de genes contenidos en el núcleo celular se harían eco del mismo mensaje. Todos somos producto de una mezcla; y al mismo tiempo, todos estamos emparentados. Cada gen puede remontar sus viajes a un antepasado común diferente. Este es un legado extraordinario que todos hemos heredado de las personas que vivieron antes que nosotros. Nuestros genes no aparecieron cuando nacimos. Nos han sido transmitidos por millones de vidas individuales a lo largo de miles de generaciones.

Hace poco, en una conferencia, me quedé horrorizado escuchando a abogados y biotecnólogos que debatían los pros y los contras de patentar genes. Los argumentos eran legalistas hasta grados extremos. Para los abogados, el ADN no era más que una sustancia química. Puesto que se podía sintetizar artificialmente, argumentaban, ¿por qué no se iba a poder patentar como cualquier otra sustancia? En cierto momento, un entusiasta directivo de una gran empresa farmacéutica se levantó para dirigirse al público. Estaba resumiendo la situación actual, e ilustraba sus opiniones con un gráfico en forma de tarta que mostraba la repartición de la propiedad del genoma humano, la suma total de todos los genes humanos, entre las grandes corporaciones. La tarta estaba partida en trozos, y las porciones asignadas. Los argumentos financieros eran impecables. No podíamos esperar que las empresas farmacéuticas hicieran grandes inversiones en genética a menos que dichas inversiones estuvieran protegidas por patentes. Todos los días se registran patentes reclamando la propiedad y el monopolio comercial sobre nuestros genes. Mientras escuchaba, tuve la sobrecogedora y muy preocupante sensación de que se estaban vendiendo y comprando partes de mí mismo y de mi pasado.

Mientras continuaba la argumentación, yo reflexionaba sobre el hecho de estar sentado allí, en una sala de conferencias de uno de los centros de investigación del ADN más avanzados del mundo, mientras a uno y otro lado había grandes salas donde hilera tras hilera de máquinas robóticas iban leyendo en silencio los secretos del genoma. En el vestíbulo, un tablero electrónico iba anunciando continuamen-

te las secuencias de ADN a medida que estas salían de las máquinas. En la pantalla desfilaban ante mis ojos los detalles del genoma que habían permanecido ocultos durante toda la evolución. ¿Era esto, la reducción de la condición humana a una cadena de letras químicas, la expresión definitiva de la Era de la Razón que comenzó a separar nuestro pensamiento de nuestra intuición y a distanciarnos de la naturaleza y de nuestros antepasados? Qué ironía que el ADN resulte ser también el instrumento que nos reconecta con los misterios de nuestro pasado remoto y realza nuestro sentido del yo, en lugar de disminuirlo.

Después de todo, no se trata de «una simple sustancia química», sino del más precioso de los regalos.

Índice de materias



TEMAS DE DEBATE

Las siete hijas de Eva

Las siete hijas de Eva aporta información de primera mano sobre las investigaciones en torno al origen de la humanidad. Gracias a los estudios y a la claridad expositiva del profesor Sykes, se puede rastrear la pervivencia de un gen que se transmite de generación en generación por vía materna hasta seguir la pista de nuestros antepasados genéticos a través del tiempo y del espacio. Después de analizar con detenimiento miles de secuencias genéticas de ADN en todo el mundo, Sykes ha descubierto que se pueden clasificar en un número reducido de grupos diferentes. La conclusión no puede ser más sorprendente: en Europa existen sólo siete de estos grupos. Sykes les ha puesto nombre: Tara, Helena, Katrine, Xenia, Jasmine, Velda y Úrsula; las siete hijas de Eva.

ISBN 84-8306-476-6



